



SKRIPSI

**Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Kitosan
pada Korosi *Tinplate* dalam Larutan Garam
Beryodium**

**FEBRYAN AMIR TARISA
NRP. 1411 100 106**

**Dosen Pembimbing
Dra. Harmami, M.S**

**JURUSAN KIMIA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA 2015**



SCRIPT

Influence of Temperature on the Inhibition of Chitosan on Tinplate Corrosion in Iodized Salt Solution

FEBRYAN AMIR TARISA
NRP. 1411 100 106

Supervisor
Dra. Harmami, M.S

CHEMISTRY DEPARTMENT
Faculty of Mathematic and Natural Sciences
Institute of Technology Sepuluh Nopember
SURABAYA 2015

**Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Kitosan pada Korosi
Tinplate dalam Larutan Garam Beryodium**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

FEBRYAN AMIR TARISA
NRP. 1411 100 106

Dosen Pembimbing
Dra. Harmami, M.S

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

HALAMAN PENGESAHAN

**Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Kitosan pada Korosi
Tinplate dalam Larutan Garam Beryodium**


SKRIPSI

Oleh :

Febryan Amir Tarisa
NRP. 1411 100 106

Surabaya, 22 Juni 2015

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**


Dra. Harmami, M.S
NIP. 19611216 1988032 2 002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia**


Hamzah Fansuri, M.Si, Ph. D
NIP. 19691017 199412 1 001

PENGARUH SUHU TERHADAP INHIBISI KITOSAN PADA KOROSI *TINPLATE* DALAM LARUTAN GARAM BERYODIUM

Nama : Febryan Amir Tarisa
NRP : 1411100106
Pembimbing : Dra. Harmami, M.S

Abstrak

Pengaruh suhu terhadap inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dalam larutan garam beryodium telah diteliti dengan menggunakan metode pengurangan berat dan metode polarisasi potensiodynamik. Penelitian ini dilakukan menggunakan media larutan 2% NaCl + 10 mg/L Kitosan sebagai inhibitor dengan variasi konsentrasi KI dan variasi suhu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan meningkat dengan adanya penambahan KI pada larutan media korosi pada kondisi suhu yang sama. Efisiensi inhibisi kitosan menurun dengan adanya peningkatan suhu pada larutan media korosi yang sama. Berdasarkan hasil metode pengurangan berat, efisiensi inhibisi kitosan dapat meningkat hingga 33,33% pada suhu 30°C dalam larutan media korosi dengan adanya 40 mg/L KI. Hasil metode polarisasi potensiodynamik juga menunjukkan efisiensi inhibisi kitosan dapat meningkat hingga 91,49% pada suhu 30°C dalam larutan media korosi dengan adanya 40 mg/L KI.

Kata kunci: *Inhibitor Korosi, Tinplate, KI, Kitosan*

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE INHIBITION OF CHITOSAN ON *TIN* PLATE CORROSION IN IODIZED SALT SOLUTION

Name : Febryan Amir Tarisa
NRP : 1411100106
Supervisor : Dra. Harmami, M.S

Abstract

Influence of temperature on the inhibition of chitosan on tinplate corrosion in a solution of iodized salt has been investigated by using weight loss method and potentiodynamic polarization method. This study was conducted using a 2% NaCl solution medium + 10 mg/L Chitosan as inhibitors with KI concentration variations and temperature variations. These results indicate that inhibition efficiency of chitosan increased with the addition of KI in corrosion media solution at the same temperature conditions. Chitosan inhibition efficiency decreased with increased temperature on a solution of the same corrosive media. Based on the results of weight reduction methods, chitosan inhibition efficiency can be increased up to 33.33% at 30°C in a solution of corrosive media in the presence of 40 mg/L KI. Potentiodynamic polarization method results also showed inhibition efficiency of chitosan can be increased up to 91.49% at 30°C in solution of corrosive media in presence of 40 mg/L KI.

Keywords: Corrosion Inhibitor, Tinplate, KI, Chitosan

*Karya ini kupersembahkan untuk
Almarhum Ibuku,
Keluargaku,
Hesty Mustika Dewi,
Kerabat Chem11TS,
Lab. Instrumen dan Sains Analitik, dan
Jurusan Kimia ITS*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Kitosan pada Korosi *Tinplate* dalam Larutan Garam Beryodium” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Tulisan ini terwujud berkat bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dra. Harmami, M.S, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan motivasi dan bimbingan selama proses penulisan naskah.
2. Dr. rer. nat. Fredy Kurniawan, M.Si, selaku Kepala Laboratorium Instrumen dan Sains Analitik yang telah memberikan izin selama melakukan penelitian.
3. Hamzah Fansuri, M.Si, Ph.D selaku Ketua Jurusan Kimia Fmipa ITS yang telah memberikan sarana dan prasana dalam penyelesaian naskah ini.
4. Almarhumah Dra. Sukesu, M.Si, selaku dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan nasihat.
5. Semua pihak yang telah membantu secara langsung atau tidak langsung dalam penyelesaian naskah ini.

Jika terdapat kesalahan dalam penulisan naskah ini, diharapkan saran dan kritik untuk perbaikan di kemudian hari.

Surabaya, 22 Juni 2015

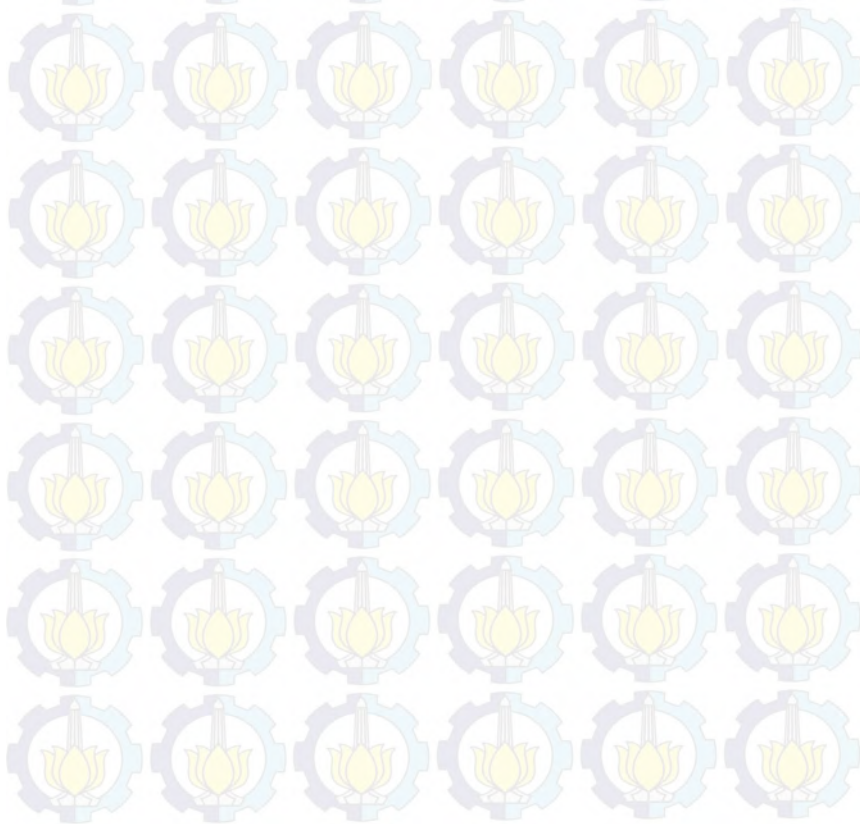
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kaleng Pengemas Makanan	5
a. Bahan Kaleng	5
b. Proses Pembuatan Kaleng	5
2.2 Korosi.....	6
2.2.1 Pengukuran Laju Korosi.....	8
a. Metode Pengurangan Berat.....	8
b. Metode Polarisation Potensiostatik	9
2.2.2 Metode Pengendalian Korosi	12
2.3 Inhibitor Korosi	15
a. Konsentrasi Inhibitor	16

b. Suhu.....	16
c. pH	17
d. Media Korosi	18
2.3.1 Pengaruh Ion Iodida pada Efisiensi Inhibitor Korosi ..	18
2.3.2 Jenis Inhibitor Korosi	19
2.3.3 Kitosan sebagai Inhibitor Korosi.....	21
BAB III METODOLOGI	25
3.1 Alat dan Bahan	25
3.1.1 Alat	25
3.1.2 Bahan	25
3.2 Prosedur Kerja.....	25
3.2.1 Preparasi Spesimen <i>Tinplate</i>	25
3.2.2 Pembuatan Larutan 2% (w/v) NaCl.....	25
3.2.3 Pembuatan Larutan 3% (v/v) Asam Asetat	25
3.2.3 Pembuatan Media Korosi Tanpa Penambahan KI.....	26
3.2.4 Pembuatan Media Korosi Dengan Penambahan KI ...	26
3.2.5 Metode Pengurangan Berat	26
3.2.6 Metode Polarisasi Potensiodinamik.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Metode Pengurangan Berat	29
4.2 Metode Polarisasi Potensiodinamik.....	35
4.3 Perbandingan Metode Pengukuran Laju Korosi.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN A	53
LAMPIRAN B	55
LAMPIRAN C	59
LAMPIRAN D	91
LAMPIRAN E.....	99
BIODATA PENULIS.....	107



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstanta laju korosi berdasarkan satuan kecepatan dan luas.....	8
Tabel 2.2 Potensial standar reduksi logam	13
Tabel 4.1 Selisih massa logam pada metode pengurangan berat.	29
Tabel 4.2 Laju korosi tinplate pada metode pengurangan berat.	30
Tabel 4.3 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat.	32
Tabel 4.4 Efisiensi KI pada korosi tinplate pada metode pengurangan berat.....	34
Tabel 4.5 Parameter korosi tinplate dari pengukuran polarisasi potensiodinamik.....	37
Tabel 4.6 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodinamik.....	39
Tabel 4.7 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodinamik.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram pourbaix dari logam Sn.....	7
Gambar 2.2 Kurva ekstrapolasi Tafel yang ideal.	12
Gambar 2.3 Skema mekanisme fisisorpsi kitosan pada permukaan logam yang terkorosi.	23
Gambar 4.1 Plot laju korosi terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi dari hasil metode pengurangan berat.	31
Gambar 4.2 Plot efisiensi inhibisi kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu dari hasil metode pengurangan berat.....	33
Gambar 4.3 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 30°C.....	35
Gambar 4.4 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 35°C.....	36
Gambar 4.5 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 40°C.....	36
Gambar 4.6 Plot arus korosi terhadap perubahan konsentrasi KI dengan variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiostatik.....	39
Gambar 4.7 Plot efisiensi inhibisi Kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiostatik.	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kaleng merupakan lembaran-lembaran logam yang dipotong, dirangkai, dan dibentuk sesuai kebutuhan (Syarief et al., 1989). Lembaran pembentuk kaleng terbuat dari lembaran baja yang dilapisi timah, yang sering disebut dengan *tinplate*. Kaleng dari *tinplate* pada umumnya digunakan sebagai pengemas makanan dan minuman karena permukaannya mengkilap, bahannya kuat, dan murah (Winarno & Fardiaz, 1995).

Penggunaan *tinplate* sebagai pengemas makanan dimaksudkan untuk menghindari sinar matahari langsung, menambah masa kadaluarsa makanan, menghindari bakteri pembusuk, dan lain-lain. Akan tetapi, kandungan logam pada *tinplate* dapat terurai menjadi ion logam yang diakibatkan adanya interaksi antara makanan yang dikemas dan dinding bagian dalam *tinplate*. Ion logam yang terbentuk dapat menurunkan kualitas dan mengkontaminasi makanan yang dikemasnya (Deman, 1997).

Peristiwa terurainya logam menjadi ion logam sering dikenal dengan peristiwa korosi. Korosi pada dinding bagian dalam *tinplate* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain pH makanan dalam kaleng, lama penyimpanan, adanya senyawa peningkat laju korosi, seperti garam; tingginya sisa oksigen dalam makanan, dan suhu (Ketaren, 1986).

Pengendalian korosi pada umumnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain pelapisan pada permukaan logam, perlindungan katodik, penambahan inhibitor, dan lain-lain, sedangkan korosi pada dinding bagian dalam *tinplate* dapat dikendalikan dengan beberapa cara, yaitu melapisi atau *coating*

inhibitor pada dinding dalam *tinplate*, dan menambahkan inhibitor pada lingkungan korosi.

Kitosan merupakan senyawa organik merupakan turunan dari polimer kitin. Kitosan dapat ditemukan pada limbah produksi pabrik udang. Kitosan dapat digunakan di berbagai bidang, seperti kimia, biokimia, industri, pangan dan gizi, obat-obatan, pertanian, penanganan air limbah, dan sebagainya.

(Wardaniati & Setyaningsih, 2009)

Beberapa penelitian tentang penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi pada permukaan *tinplate* dengan faktor suhu menunjukkan terjadinya peningkatan laju korosi dengan adanya peningkatan suhu yang digunakan ketika perlakuan. Seperti penelitian Sangeetha et al. (2014) tentang penggunaan senyawa turunan kitosan sebagai inhibitor korosi pada *mild steel* dalam media asam menggunakan metode gravimetri dan elektrokimia. Penelitian ini dilakukan pada suhu yang berbeda di tiap perlakuannya dan hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu menurunkan efisiensi inhibisi dari senyawa turunan kitosan tersebut. Galic et al. (1994) juga meneliti tentang efek inhibitor korosi pada *tinplate* dengan media 2% NaCl dan dengan campuran 0,002% nitrit dan 0,002% nitrat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi suhu dan menggunakan metode pengurangan berat serta polarisasi potensiodinamik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan arus korosi pada *tinplate* dengan adanya peningkatan suhu dari media yang digunakan. Kajian tentang penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi pada *tinplate* dengan media 2% NaCl dan variasi suhu juga telah dilakukan oleh Lutfiana (2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi optimum pada 93,73% pada suhu 30°C dengan konsentrasi 10 mg/L Kitosan dan efisiensi inhibisi tersebut menurun dengan adanya peningkatan suhu.

Garam konsumsi yang digunakan pada makanan dalam kaleng umumnya mengandung yodium. Kandungan yodium yang dapat ditoleransi pada makanan, yaitu 30-80 mg/L (SNI, 2000). Yodium tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap proses korosi pada *tinplate*. Penelitian Qian et al. (2013) menjelaskan bahwa yodium dapat meningkatkan efisiensi inhibisi korosi dengan membentuk lapisan ion negatif pada permukaan logam sehingga membantu inhibitor untuk teradsorpsi. Menurut Zhang et al. (2003), yodium memiliki konsentrasi optimum sebesar 40 mg/L dalam meningkatkan efisiensi inhibisi korosi pada logam. Sinergisitas yodium dan inhibitor terhadap inhibisi korosi logam dengan adanya peningkatan suhu diteliti oleh Arab & Noor, (1993). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa yodium dapat meningkatkan efisiensi inhibisi korosi di bawah suhu 50°C.

1.2 Permasalahan

Makanan dalam kaleng umumnya mengandung garam NaCl beryodium. Akan tetapi, kadar yodium dapat berkurang pada proses pemanasan. Oleh karena itu, perlu adanya kajian tentang pengaruh suhu media terhadap efisiensi inhibisi kitosan dalam menghambat korosi pada kaleng makanan dengan dan tanpa adanya yodium.

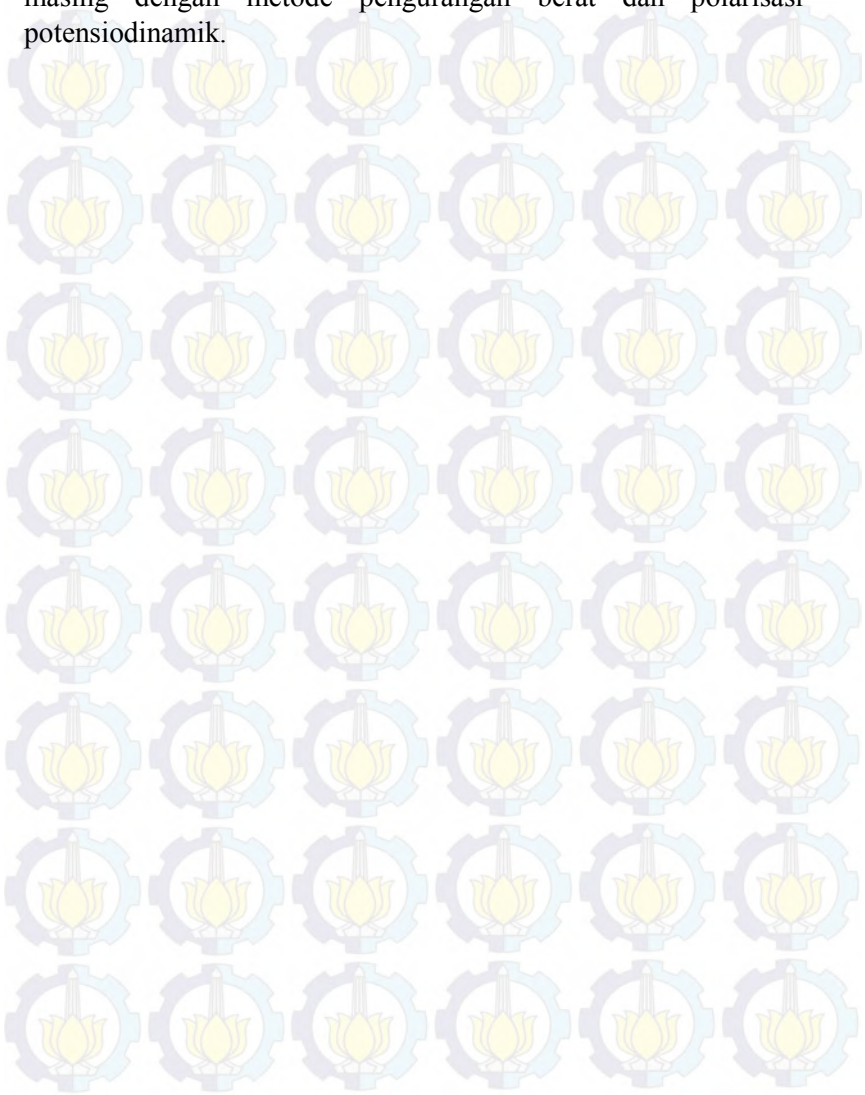
1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu terhadap nilai efisiensi pada *tinplate* sebagai inhibitor korosi dengan media larutan garam beryodium.

1.4 Batasan Penelitian

Berdasarkan penelitian sebelumnya, batasan dari penelitian ini adalah *tinplate* sebagai sampel dan media korosi yang digunakan adalah larutan 2% NaCl dengan adanya inhibitor kitosan sebesar 10 mg/L (Wijayanto, 2014), ditambahkan KI dengan variasi konsentrasi (30 mg/L; 35 mg/L; 40 mg/L; 45 mg/L; dan 50 mg/L) (SNI, 2000). Pengukuran dilakukan pada variasi

suhu (30°C, 40°C, 50°C, dan 60°C) (Lutfiana, 2014), masing-masing dengan metode pengurangan berat dan polarisasi potensiodinamik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kaleng Pengemas Makanan

a. Bahan Kaleng

Pelat timah atau *tinplate* adalah suatu bahan yang sering digunakan sebagai pengemas makanan kaleng yang terbuat dari baja yang dilapisi timah. Plat timah ini berupa lembaran logam baja yang memiliki ketebalan sekitar 0,15-0,5 mm dan mengandung timah sekitar 1,0-2,5% dari massa total kaleng.

Pelat timah banyak digunakan karena memiliki kelebihan, seperti kuat, tidak mudah bereaksi dengan pangan yang dikemasnya, dapat disolder, dan mengkilap. Namun, pelat timah juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu timbulnya noda belerang karena bereaksi dengan pangan yang mengandung belerang sehingga terjadi penyimpangan warna pada pelat timah.

(Syarief et al., 1989)

b. Proses Pembuatan Kaleng

Proses pembuatan kaleng makanan pada umumnya terdiri dari empat tahap, yaitu:

- a. Tahap printing atau coating merupakan tahap pelapisan kaleng tinplate agar tidak mudah terjadi korosi dan untuk dekorasi.
- b. Tahap slitting atau shearing merupakan tahap pemotongan tinplate menjadi lembaran atau komponen yang diperlukan untuk dibentuk menjadi badan kaleng atau membentuk model yang sesuai keinginan.
- c. Tahap pressing merupakan tahap pembuatan tutup kaleng atau pembuatan komponen pendukung lainnya, seperti penutup kedap udara.

d. Tahap assembly merupakan tahap penggabungan dari komponen yang ada menjadi kaleng yang siap digunakan untuk mengemas pangan.

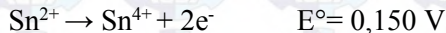
(Winarno & Fardiaz, 1995)

2.2 Korosi

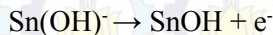
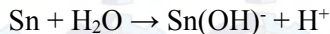
Korosi merupakan peristiwa degradasi suatu logam menjadi ion logamnya. Korosi pada umumnya merupakan reaksi oksidasi. Salah satu contoh korosi, yaitu korosi pada *tinplate*. Galic et al. (1994) melakukan pengamatan korosi Sn dalam larutan NaCl. Reaksi oksidasi yang terjadi pada logam Sn adalah sebagai berikut:



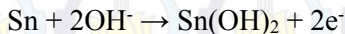
Logam Sn teroksidasi menjadi kation Sn^{2+} , selanjutnya teroksidasi lagi menjadi Sn^{4+}



Oksida kation *tinplate* yang terbentuk ketika proses korosi, sebagai berikut:



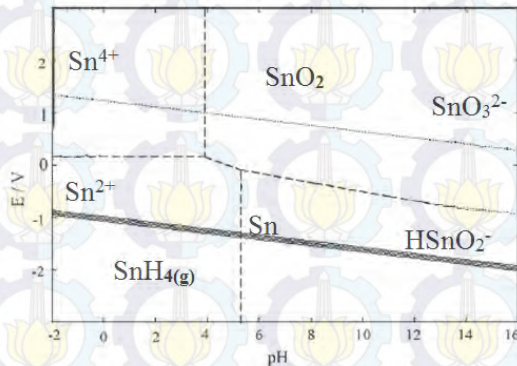
Korosi pada *tinplate* juga membentuk senyawa $\text{Sn}(\text{OH})_2$ atau lapisan SnO dari ion logamnya dengan reaksi sebagai berikut:



reaksi tersebut terjadi pada permukaan elektroda dan memungkinkan untuk teroksidasi lebih lanjut menjadi Sn(OH)_4 dan SnO_2 .

Korosi secara teori termodinamika dapat diartikan sebagai perubahan suatu logam menjadi produk korosi yang dipengaruhi oleh lingkungannya dengan adanya perubahan energi dari tinggi ke rendah. Perubahan energi tersebut dinyatakan sebagai perubahan energi bebas (ΔG). Berdasarkan termodinamika, bila ΔG bernilai positif maka reaksi tidak berlangsung spontan dan bila ΔG bernilai negatif maka reaksi berlangsung spontan. Spontanitas suatu reaksi korosi dapat ditinjau melalui perubahan energi bebas. Bila perubahan energi bebas korosi bernilai negatif maka reaksi korosi pada suatu logam terjadi secara spontan.

Korosi secara termodinamika juga dapat ditinjau melalui diagram potensial reduksi terhadap derajat keasaman atau disebut diagram pourbaix. Diagram pourbaix timah (Sn) ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram pourbaix dari logam Sn.

2.2.1 Pengukuran Laju Korosi

Laju korosi memiliki beberapa konstanta laju berdasarkan satuan kecepatan dan satuan luas, seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Konstanta laju korosi berdasarkan satuan kecepatan dan satuan luas.

Satuan Kecepatan	Satuan Luas	Konstanta Laju
mils/year (mpy)	in ²	$5,34 \times 10^5$
mils/year (mpy)	cm ²	$3,45 \times 10^6$
milimeters/year (mmpy)	cm ²	$8,76 \times 10^4$

konstanta laju korosi di atas pada umumnya digunakan pada perhitungan laju korosi pada metode pengurangan berat. Konstanta laju korosi yang sering digunakan adalah $8,76 \times 10^4$.

Beberapa macam metode pengukuran laju korosi, antara lain:

a. Metode Pengurangan Berat

Logam yang terkorosi dengan kondisi yang berbeda memiliki laju korosi yang berbeda, yang dapat dikarenakan sifat bahan dan lingkungan yang berbeda. Salah satu metode pengukuran laju korosi, yaitu pengurangan berat (ΔW), yang dapat dinyatakan dengan persamaan Faraday sebagai berikut:

$$m = \frac{i \cdot t \cdot a}{n \cdot F} \quad (2.1)$$

dimana m adalah berat sampel yang digunakan, i adalah arus yang digunakan, t adalah waktu yang digunakan, a adalah berat molekul, n adalah elektron yang terlibat, dan F adalah bilangan Faraday.

Berdasarkan hukum Faraday, laju korosi pada metode pengurangan berat merupakan selisih berat suatu material akibat korosi pada luas permukaan dan kurun waktu tertentu. Laju

korosi dengan metode pengurangan berat dapat dihitung dengan persamaan, sebagai berikut:

$$r = \frac{K \cdot \Delta W}{A \cdot t \cdot D} \quad (2.2)$$

dengan r adalah laju korosi (mm/tahun), K adalah konstanta ($8,76 \times 10^4$), ΔW adalah berat yang hilang (gram), A adalah luas permukaan (cm^2), t adalah waktu (jam), dan D merupakan kerapatan (gram/cm^3) (Karim & Yusuf, 2012).

b. Metode Polarisisasi Potensiiodinamik

Potensiiodinamik merupakan metode pengukuran laju korosi secara kuantitatif. Metode ini menggunakan peninjauan pada polarisasi yang dihasilkan oleh logam yang mengalami korosi. Pengambilan data pada potensiiodinamik dilakukan dengan cara meningkatnya arus seiring dengan bertambahnya potensial yang digunakan. Potensial yang digunakan bermula dari nilai potensial korosi E_{kor} . Peningkatan arus ini mengikuti kurva polarisasi anodik (Jones, 1996).

Polarisasi merupakan selisih antara potensial korosi bebas dan potensial logam dalam kesetimbangan larutan. Polarisisasi merupakan salah satu parameter untuk menghitung laju korosi. Polarisisasi disimbolkan dengan η dan polarisisasi juga dikenal sebagai *overvoltage*. Laju korosi v secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$v = k_{kor}[\text{reaktan}] \quad (2.3)$$

dimana

$$k_{kor} = A \left(\frac{-\Delta G}{T} \right) \quad (2.4)$$

maka diperoleh

$$v = A^{\left(\frac{-\Delta G}{T}\right)} [\text{reaktan}] \quad (2.5)$$

dimana A merupakan tetapan Arrhenius.

Tetapan Arrhenius dapat digabung dengan konsentrasi reaktan menjadi tetapan A_0 . Laju korosi anoda akan sama dengan laju korosi katoda pada saat keadaan setimbang. Energi bebas aktivasi pada laju reaksi anoda disimbolkan dengan $\Delta G^\#$. Pernyataan tersebut dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$i_a = i_c = A_0^{\left(\frac{-\Delta G^\#}{T}\right)} \quad (2.6)$$

Polarisasi keseluruhan merupakan gabungan antara polarisasi anoda dan polarisasi katoda. Bila polarisasi keseluruhan disimbolkan sebagai η dan polarisasi anoda $(1-a)\eta$ maka polarisasi katoda $a\eta$. Nilai polarisasi ini dapat dikalikan dengan zF sehingga nilai energi bebas aktivasi pada anoda menjadi $[\Delta G^\# - (1-a)\eta zF]$. Pernyataan di atas dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$i_a = A_0^{\left(\frac{-\Delta G^\# + (1-a)\eta zF}{T}\right)} \quad (2.7)$$

$$i_a = A_0^{\left(\frac{-\Delta G^\#}{T}\right)} \left(\frac{(1-a)\eta zF}{T}\right) \quad (2.8)$$

Persamaan (2.6) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.8) sehingga diperoleh

$$i_a = i_0^{\left(\frac{(1-a)\eta zF}{T}\right)} \quad (2.9)$$

bila $A = \frac{(1-a)zF}{T}$, maka

$$i_a = i_0^{(A\eta)} \quad (2.10)$$

bila diubah menjadi logaritma natural maka diperoleh

$$\ln \frac{i_a}{i_0} = A\eta \quad (2.11)$$

selanjutnya diubah menjadi logaritma sehingga diperoleh

$$\eta = \frac{2,303}{A} \log \frac{i_a}{i_0} \quad (2.12)$$

bila diketahui β_a adalah tetapan anoda Tafel dan β_c adalah tetapan katoda Tafel maka β_a dapat disisalkan $\beta_a = 2,303/A$ sehingga

$$\eta_a = \beta_a \log \frac{i_a}{i_0} \text{ dengan } \beta_a = 2,303 \frac{RT}{(1-\alpha)nF} \text{ dan } \beta_c = 2,303 \frac{RT}{\alpha nF}.$$

Persamaan di atas dapat disederhanakan melalui persamaan Tafel, sebagai berikut:

$$\eta = C \log I + D \quad (2.13)$$

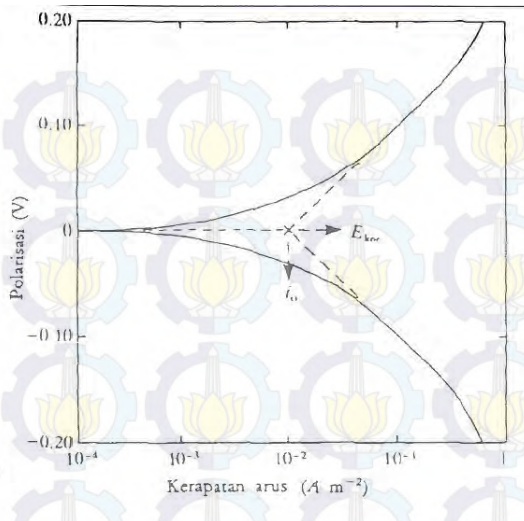
(Thretwey & Chamberlain, 1991)

Prinsip dari ekstrapolasi Tafel adalah memberikan simpangan potensial dengan cara menaikkan atau menurunkan potensial dari keadaan setimbangnya. Pada keadaan setimbang, laju reaksi reduksi sama dengan oksidasi sehingga jumlah arus katodik sama dengan jumlah arus anodik. Pada keadaan ini, densitas arus sama dengan nol dan potensial yang terukur merupakan potensial korosi (E_{korosi}). Kurva ekstrapolasi Tafel ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Laju korosi yang terjadi dapat dihitung melalui persamaan, sebagai berikut:

$$\text{Laju korosi (mpy)} = 0,129 \frac{ai_{\text{corr}}}{nD} \quad (2.14)$$

dimana a merupakan massa atom relatif i_{corr} merupakan densitas arus korosi (A/cm^2), n merupakan elektron valensi, dan D merupakan densitas (g/cm^3).



Gambar 2.2 Kurva ekstrapolasi Tafel yang ideal.

2.2.2 Metode Pengendalian Korosi

Beberapa macam metode pengendalian korosi, yaitu:

a. Pelapisan atau *Coating*

Pelapisan pada permukaan logam yang rentan mengalami korosi bertujuan untuk mencegah interaksi antara logam dan lingkungannya sehingga logam tidak mengalami korosi. Pelapisan dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti cat, senyawa organik, vernis, lapisan logam, dan lain-lain.

Penelitian tentang pelapisan logam menggunakan senyawa organik banyak dilakukan sebab senyawa organik lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan yang lainnya, seperti cat. Penelitian Hijazi et al. (2012) menjelaskan lapisan polianilin pada baja ST.37 dapat berfungsi sebagai proteksi logam dari serangan senyawa korosif. Hal tersebut dibuktikan dengan menurunnya laju korosi pada logam.

b. Perlindungan Katodik

Prinsip dasar dari metode anoda tumbal, yaitu penggunaan logam tumbal berdasarkan deret galvanik, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Bila logam tumbal digandengkan dengan logam yang dilindungi maka logam tumbal akan menjadi anoda dan logam yang dilindungi menjadi katoda. Logam baja merupakan logam yang rentan korosi dan logam yang sering digunakan pada industri sehingga logam baja sering digandengkan dengan logam lainnya yang lebih bersifat anoda atau memiliki nilai potensial reduksi yang lebih kecil, yaitu seng, aluminium, dan krom.

Tabel 2.2 Potensial standar reduksi logam

Reaksi Elektroda	E° (volt)
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1,68
$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	+1,20
$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$	+0,85
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0,80
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	0,00
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0,13
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0,14
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0,25
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	-0,40
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0,71
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1,67
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,34
$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2,71
$\text{Ca}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	-2,87
$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2,92

Perlindungan katodik merupakan pengendalian korosi dengan cara mengubah kondisi anoda menjadi kondisi katoda

melalui pemberian arus berlebih pada anoda. Perlindungan katodik sering diterapkan pada kondisi lingkungan air dan tanah, seperti perlindungan korosi pada badan kapal oleh air laut, perlindungan pipa air di dalam tanah, dan sebagainya. Salah satu perlindungan katodik yang umum digunakan, yaitu metode anoda tumbal (Afriani et al., 2014).

c. Penggunaan Material

Pengendalian korosi dapat pula dilakukan dengan menggunakan material yang tahan karat atau tahan korosi. Pemilihan dan penggunaan logam tahan karat pada kebutuhan industri merupakan hal penting dalam kualitas penggunaan alat produksi pabrik.

Logam paduan atau *alloy steel* sering digunakan sebagai bahan dari alat produksi pabrik, salah satu contohnya *Stainless steel*. Hal ini dikarenakan *Stainless steel* memiliki ketahanan korosi lebih bagus daripada logam lainnya. *Stainless steel* memiliki komposisi utama, yaitu baja karbon. Baja karbon pada umumnya dipadukan dengan logam lainnya sesuai kebutuhan, seperti baja karbon dipadukan dengan logam Cr dengan kandungan 17%. Logam Cr dapat membentuk lapisan pasif yang menahan baja karbon untuk mengalami korosi. Contoh penggunaan *Stainless steel*, yaitu penggunaan *Stainless steel* 316 sebagai bahan *surface facilities* pada pabrik pemurnian minyak bumi (Bantacut & Darmanto, 2014).

d. Penambahan Inhibitor

Penambahan inhibitor pada media atau lingkungan korosi bertujuan untuk memperlambat proses korosi yang terjadi pada logam. Prinsip inhibitor dapat memperlambat proses korosi, yaitu inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam dan melapisi permukaan logam sehingga secara tidak langsung logam terlindungi dari lingkungannya. Pengendalian ini merupakan pengendalian korosi yang cukup banyak diteliti. Hal ini

disebabkan penerapan sistem yang mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama (Thretwey & Chamberlain, 1991). Inhibitor yang sering digunakan pada beberapa permasalahan, yaitu inhibitor organik. Hal ini dikarenakan inhibitor organik lebih ramah lingkungan dan mudah terurai, jika dibandingkan dengan inhibitor anorganik (Ahamad, 2010).

2.3 Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi merupakan senyawa kimia yang dapat menghambat laju reaksi kimia pada pengkaratan logam oleh lingkungan atau penghambat laju korosi yang disebabkan oleh lingkungannya. Inhibitor korosi dapat memberikan dampak, seperti meningkatkan polarisasi katoda, meingkatkan polarisasi anoda, atau meningkatkan retensi pada rangkaian dengan membentuk lapisan tipis pada permukaan logam. Lapisan tipis pada permukaan logam akan melindungi logam dari media korosi. (Indra, 2004)

Suatu inhibitor memiliki efisiensi dalam memberikan hambatan pada laju korosi. Efisiensi inhibitor dapat ditentukan dengan perhitungan melalui persamaan sebagai berikut:

$$EI = \frac{i_0 - i_1}{i_0} \times 100\% \quad (2.15)$$

dengan i_0 merupakan laju korosi tanpa inhibitor dan i_1 merupakan laju korosi dengan inhibitor.

(Fahrurrozie, Sunarya, & Mudzakir, 2010).

Efisiensi inhibitor pula dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut:

$$\%EI = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \times 100\% \quad (2.16)$$

(Kamal & Sethuraman, 2012)

dimana W_2 merupakan berat sampel tanpa inhibitor dan W_1 merupakan berat sampel dengan inhibitor.

Efisiensi inhibisi dari inhibitor dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, sebagai berikut:

a. Konsentrasi Inhibitor

Konsentrasi inhibitor dapat mempengaruhi efisiensi inhibisi, pada umumnya efisiensi inhibisi meningkat bila konsentrasi inhibitor pada media ditingkatkan. Hal ini dijelaskan pada penelitian Alsabagh et al., (2014) menggunakan kitosan yang dimodifikasi sebagai inhibitor pada *carbon steel* dalam media 1 M HCl. Laju korosi pada *carbon steel* menggunakan metode polarisasi potensiostatik. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi inhibitor sebesar (50; 100; 150; 200; dan 250) ppm pada media korosi. Nilai efisiensi inhibisi kitosan tanpa modifikasi memiliki nilai optimal lebih rendah (67,56%) daripada nilai efisiensi inhibisi kitosan dengan modifikasi seperti kitosan oktaaldehid (ch-Oct) dengan nilai optimal (88,33%). Penelitian tersebut juga menjelaskan tiap inhibitor mengalami peningkatan nilai efisiensi inhibisi saat adanya peningkatan konsentrasi inhibitor, seperti media dengan 50 ppm kitosan memiliki efisiensi inhibisi sebesar 54,86%, sedangkan 250 ppm kitosan memiliki efisiensi inhibisi sebesar 67,56%.

b. Suhu

Efisiensi inhibisi suatu inhibitor pada lingkungan korosi akan menurun bila terjadi peningkatan suhu pada lingkungan korosi. Penelitian Galic et al., (1994) menjelaskan tentang korosi pada *tinplate* pada kaleng makanan dengan media NaCl dan perubahan suhu. Penelitian ini menggunakan nitrat sebagai inhibitor dan variasi suhu sebesar (298; 308; 318; 328; 338; 348; dan 358)K. Korosi pada *tinplate* ditinjau dengan metode polarisasi potensiostatik dan galvanistatik. Data dari hasil penelitian ini menunjukkan nilai i_{corr} pada perlakuan suhu 298 K

sebesar $0,04 \text{ mA/cm}^2$, sedangkan pada perlakuan suhu 358 K sebesar $1,40 \text{ mA/cm}^2$. Hal tersebut menunjukkan adanya peningkatan arus korosi ketika adanya peningkatan suhu. Hal ini dapat disebabkan karena meningkatnya energi kinetik daripada spesi yang terdapat pada media korosi sehingga mempercepat proses korosi.

Penelitian Urgan & Cakir, (1991) menjelaskan tentang inhibisi ion molibdat pada *stainless steels* dengan perubahan suhu. Penelitian ini menggunakan media larutan klorida dan peninjauan inhibisi dilakukan dengan metode polarisasi potensiodinamik. Penelitian ini menunjukkan bahwa inhibisi pada *stainless steels* meningkat dengan adanya peningkatan konsentrasi molibdat dan peningkatan suhu perlakuan. Ezuber et al., (2007) melakukan penelitian mengenai korosi aluminium dengan media air larut dengan perubahan suhu. Penelitian ini menggunakan metode pengurangan berat dan polarisasi potensiodinamik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa resistensi korosi meningkat dengan adanya peningkatan suhu.

c. pH

Derajat keasamaan atau pH dapat dihubungkan dengan diagram pourbaix. Suatu logam memiliki kondisi pH tertentu untuk mengalami korosi. Perubahan pH pada lingkungan korosi telah diteliti oleh Bhanvase et al., (2014) dengan melakukan peninjauan kinetika pada inhibisi korosi pada *mildsteel* dengan menggunakan cerium zinc molybdate sebagai inhibitor pada variasi pH 2, 7, dan 9. Laju adsorpsi inhibitor pada pH 2 sebesar $0,46 \text{ mg/min}$ dan pada pH 9 sebesar $0,31 \text{ mg/min}$, sedangkan pada pH 7 sebesar $0,25 \text{ mg/min}$. Berdasarkan data tersebut, senyawa inhibitor lebih mudah terdifusi pada keadaan asam dan basa daripada keadaan netral.

d. Media Korosi

Media korosi yang memiliki komposisi berbeda dapat memberikan efisiensi inhibisi yang berbeda pula. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Malau & Luppá, (2011) tentang pengaruh konsentrasi larutan NaCl terhadap laju korosi dari lapisan nikel elektroplating pada permukaan baja karbon sedang. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi larutan NaCl sebesar (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0)%. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan laju korosi yang terjadi pada permukaan baja karbon ketika konsentrasi larutan NaCl ditingkatkan. Laju korosi pada konsentrasi larutan NaCl 0,2% dengan waktu elektroplating 0 (nol) menit sebesar 44,63 mpy, sedangkan laju korosi pada konsentrasi larutan NaCl 1,0% dengan waktu elektroplating 0 (nol) menit sebesar 90,76%.

2.3.1 Pengaruh Ion Iodida pada Efisiensi Inhibitor Korosi

Iodida merupakan unsur dari golongan halida atau golongan VII pada tabel periodik. Iodida banyak dijumpai di alam dalam bentuk senyawa garamnya, seperti NaI dan KI. Kegunaan iodida dalam kehidupan sehari-hari, yaitu mineral penting bagi kesehatan tubuh, antiseptic pada luka ringan, uji amilum, pembuatan film fotografi, dan sebagainya. Salah satu fungsi iodida yang sering diteliti dalam beberapa tahun ini, yaitu sebagai senyawa optimasi efisiensi inhibisi pada inhibitor korosi.

Menurut Khamis et al., (2012), bahwa hanya iodida dapat bersifat protektif pada permukaan logam yang mengalami korosi, diantara unsur halida yang lainnya. Hasil penelitiannya menjelaskan iodida terlibat pada proses korosi yang terjadi dengan membentuk anion (I^-) kemudian teradsorb pada permukaan logam yang terkorosi. Hal ini menyebabkan inhibitor lebih mudah teradsorb pada permukaan logam dengan adanya anion (I^-) pada permukaan logam sehingga secara tidak langsung membentuk lapisan film yang dapat menghambat proses korosi yang terjadi pada logam.

Konsentrasi iodida pada media korosi dapat memberikan pengaruh pada efisiensi inhibisi yang dihasilkan. Menurut penelitian dari Zhang et al., (2003), iodida menjadi lebih efektif dalam memproteksi logam yang terkorosi pada konsentrasi iodida sebesar 0,25 mM. Tetapi, efisiensi inhibisi yang dihasilkan semakin kecil ketika konsentrasi iodida ditingkatkan.

Penelitian dari Qian et al., (2013) menjelaskan bahwa iodida tidak begitu efektif memberikan inhibisi pada keadaan suhu yang tinggi. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya proses korosi yang terjadi sehingga meningkatkan arus korosi yang dihasilkan oleh logam. Hasil penelitian menjelaskan pula bahwa efisiensi inhibisi yang dihasilkan oleh iodida lebih optimum pada suhu ruang atau kurang lebih dari 25°C.

2.3.2 Jenis Inhibitor Korosi

Adapun beberapa jenis inhibitor korosi berdasarkan sistem kerjanya (Loren & Febrianto, 2009), sebagai berikut:

a. Inhibitor Anodik

Inhibitor anodik merupakan inhibitor yang dapat menghambat reaksi oksidasi pada anodik dan dapat meningkatkan polarisasi anodik. Inhibitor anodik membentuk lapisan pasif pada permukaan logam sehingga menghambat reaksi korosi pada logam. Beberapa contoh dari inhibitor anodik, yaitu kromat, benzoat, karbonat, silikat, nitrit, dan sebagainya. Senyawa benzoat dapat mempasifkan logam yang terkorosi pada kondisi adanya oksigen terlarut, ditunjukkan dengan penurunan arus korosi yang terukur pada kurva polarisasi (Pryor & Cohen, 1953).

b. Inhibitor Katodik

Inhibitor katodik dapat menghambat reaksi katodik sehingga secara tidak langsung menurunkan laju korosi. Inhibitor katodik berbentuk molekul kation yang dapat membentuk endapan yang dapat melapisi permukaan katodik. Inhibitor katodik juga meningkatkan polarisasi katodik. Salah satu contoh

dari inhibitor katodik, CeCl_3 sebagai inhibitor katodik pada logam Al-Cu. Kation cerium membentuk lapisan film yang tak larut pada permukaan logam Cu sehingga menghambat proses reaksi reduksi pada katodik (Aldykewicz et al., 1995).

c. Inhibitor Campuran

Inhibitor campuran adalah campuran dari inhibitor katodik dan inhibitor anodik. Inhibitor campuran memiliki kinerja gabungan dari inhibitor katodik dan inhibitor anodik. Contoh penggunaan inhibitor campuran, yaitu rhodanine azosulpha sebagai inhibitor campuran pada korosi *stainless steel*-304. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan nilai β_c dan β_a pada hasil polarisasi (Abdallah, 2002).

d. Inhibitor Adsorpsi

Inhibitor adsorpsi umumnya berbentuk senyawa organik dengan rantai panjang yang teradsorpsi pada permukaan logam. Inhibitor adsorpsi membentuk lapisan tipis pada permukaan logam sehingga menurunkan luas permukaan untuk terkorosi. Inhibitor adsorpsi umumnya mempunyai gugus yang memiliki pasangan elektron bebas yang tidak terpakai, seperti karbosilat, amin, benzoat, dan sebagainya.

Inhibitor korosi dapat dibedakan menjadi dua macam berdasarkan sumbernya (Indra, 2004), sebagai berikut:

e. Inhibitor Anorganik

Inhibitor anorganik berasal dari senyawa yang terdapat dalam mineral-mineral yang tidak mengandung unsur karbon. Inhibitor anorganik umumnya berupa senyawa nitrit, silikat, fosfat, sulfat, kromat, dan sebagainya.

f. Inhibitor Organik

Inhibitor organik berasal dari makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan yang mengandung senyawa unsur karbon. Inhibitor organik pada menggunakan mekanisme adsorpsi pada permukaan

logam. Inhibitor organik membentuk lapisan garam logam pada permukaan logam yang dapat mempasifkan permukaan logam. Inhibitor organik umumnya efektif pada konsentrasi, pH, suhu, dan media tertentu. Beberapa contoh inhibitor organik, yaitu senyawa thiourea, benzoat, kitosan, dan sebagainya.

2.3.3 Kitosan sebagai Inhibitor Korosi

Kitosan merupakan aminopolisakarida basa yang memiliki kemampuan untuk membentuk film, ion logam khelat, garam poliokso, dan memiliki karakteristik struktural optik. Kitosan mempunyai sifat adhesi yang kuat sehingga dapat melekat dengan baik pada permukaan logam dan dapat melindungi logam dari korosi serta kitosan juga ramah lingkungan sehingga banyak digunakan untuk *coating* pada perlindungan logam (Carneiro et al., 2012).

Kitosan merupakan senyawa kimia yang dikenal dengan turunan dari polimer kitin. Kitosan dapat ditemukan pada limbah produksi pabrik udang. Udang memiliki kandungan kitosan yang cukup tinggi pada kepalanya sekitar 15%-20% dalam berat.

(Wardaniati & Setyaningsih, 2009)

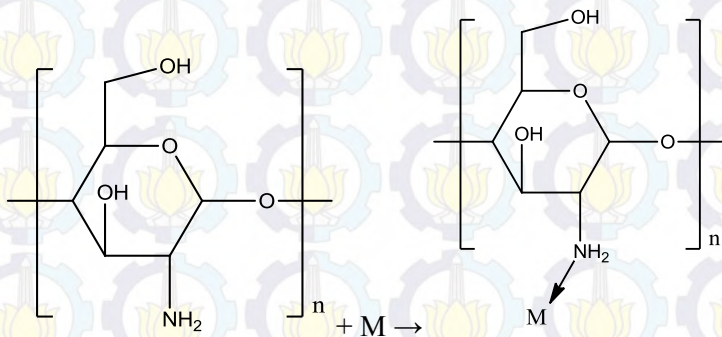
Kitosan sudah banyak digunakan sebagai inhibitor pada perlindungan logam. Penelitian Umoren et al. (2013) menjelaskan tentang penggunaan kitosan sebagai inhibitor pada *mild steel* dalam media HCl menunjukkan kitosan mampu menghambat laju korosi pada *mild steel* dengan mempengaruhi reaksi anodik dan katodik atau tipe inhibitor campuran melalui mekanisme kemisorpsi. Penelitian menyimpulkan bahwa terjadi pembentukan senyawa kompleks antara kitosan dengan permukaan logam.

Jenis mekanisme adsorpsi kitosan dapat ditentukan dengan nilai energi bebas adsorpsi (ΔG_{ads}), bila nilainya lebih rendah dari -40 kJ mol^{-1} maka mekanisme adsorpsi berjalan

secara fisisorpsi. Nilai energi bebas adsorpsi kitosan memiliki nilai yang mengindikasikan bahwa mekanisme kitosan terjadi secara kemisorpsi. Beberapa penelitian menjelaskan mekanisme adsorpsi kitosan pada permukaan logam yang terkorosi dapat terjadi dua fenomena adsorpsi, yaitu kemisorpsi dan fisisorpsi.

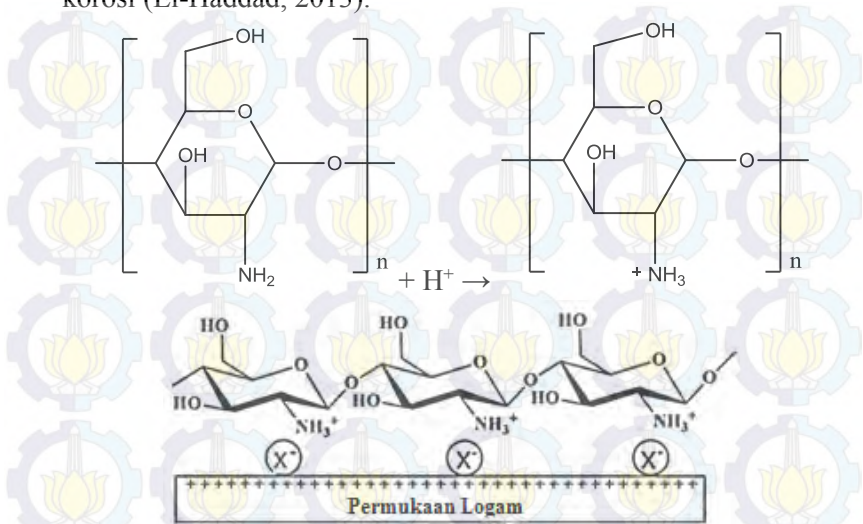
(Alsabagh et al., 2014)

Proses kemisorpsi yang terjadi pada kitosan, yaitu elektron bebas heteroatom yang tidak terpakai pada kitosan memberikan donor elektron pada orbital-d yang kosong pada logam. Reaksi ini membentuk lapisan tipis yang mampu menurunkan laju korosi dari logam. Selain itu, proses kemisorpsi pada kitosan terjadi dengan membentuk senyawa khelat kitosan yang terbentuk dari reaksi ion kitosan dengan ion logam pada permukaan logam. Senyawa kompleks kitosan dapat juga membentuk lapisan pelindung korosi yang baik sekali pada permukaan logam (El-Haddad, 2013).



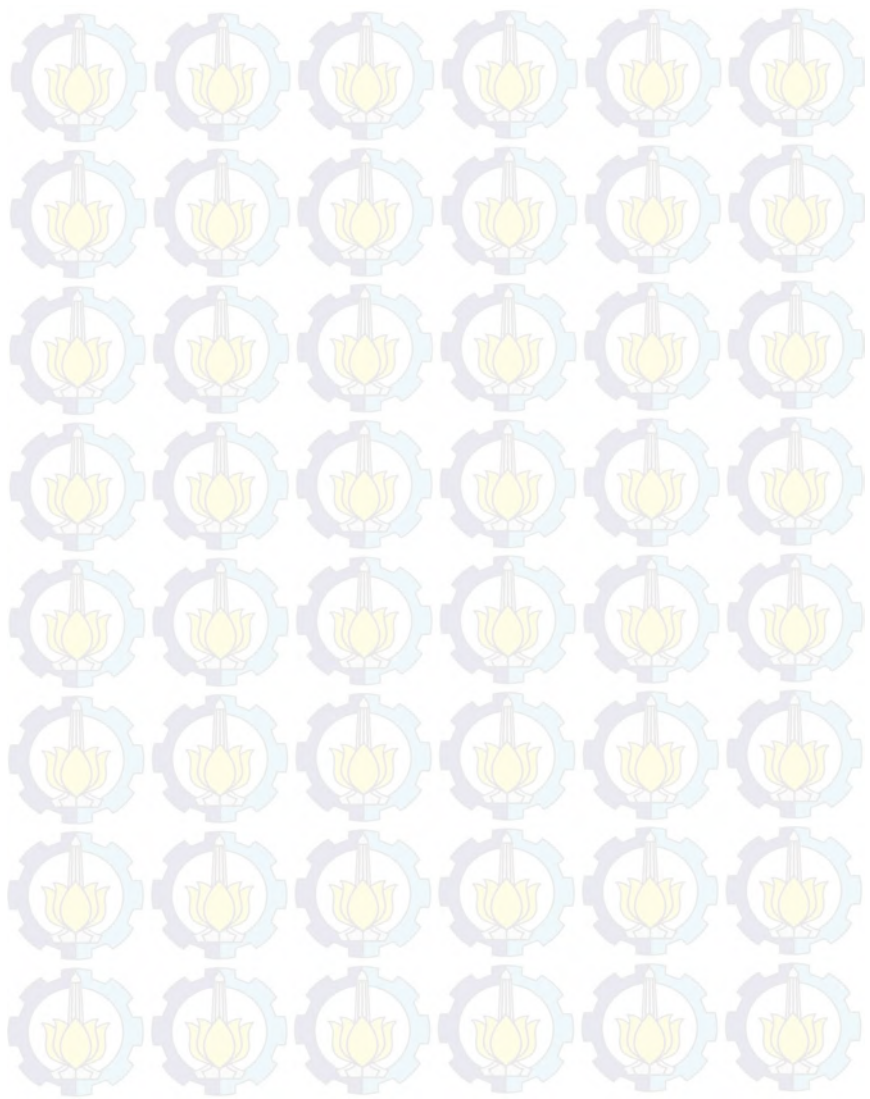
Proses fisisorpsi pada kitosan dapat terjadi dengan adanya interaksi elektrostatis antara ion logam dan kitosan yang terprotonasi, seperti pada Gambar 2.2. Sebelum kedua muatan tersebut mengalami interaksi elektrostatis, ion negatif atau ion halida teradsorpsi lebih dahulu pada permukaan logam yang bermuatan positif sehingga permukaan logam menjadi bermuatan negatif. Kemudian, ion kitosan mengalami interaksi elektrostatis

pada permukaan logam sehingga membentuk lapisan pelindung korosi (El-Haddad, 2013).



Gambar 2.3 Skema mekanisme fisisorpsi kitosan pada permukaan logam yang terkorosi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB III

METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Penelitian ini menggunakan peralatan, antara lain beker glass, spatula, botol semprot, labu ukur, pipet volum, pipet tetes, pro pipet, corong, pinset, termostat, dan termometer. Peralatan terukur terdiri dari neraca analitis, dan potensiostat autolab Metrohm tipe AUT84948.

3.1.2 Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan, antara lain *tinplate*, NaCl p.a, KI p.a, asam asetat 98%, kitosan *food grade* dengan DD 87%, aseton, dan aqua DM.

3.2 Prosedur Kerja

3.2.1 Preparasi Spesimen *Tinplate*

Permukaan *tinplate* yang sudah halus, dicuci dengan aquades kemudian dicuci dengan aseton, lalu dikeringkan. Pada metode pengurangan berat, *tinplate* dipotong dengan ukuran 3x3 cm², sedangkan untuk metode polarisasi spesimen dipotong dengan dimensi 4x1 cm², kemudian dilapisi dengan lem epoksi hingga bagian spesimen yang tidak terkena lem tersisa 1x1 cm².

3.2.2 Pembuatan Larutan 2% (w/v) NaCl

Larutan 2% NaCl dibuat dengan cara menimbang sebanyak 20 gram NaCl p.a, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L kemudian diencerkan dengan aqua DM hingga tanda batas.

3.2.3 Pembuatan Larutan 3% (v/v) Asam Asetat

Larutan 98% asam asetat diambil 30,6 mL dimasukan ke dalam labu ukur 1 L, kemudian diencerkan dengan aqua DM hingga tanda batas.

3.2.3 Pembuatan Media Korosi Tanpa Penambahan KI

Kitosan *food grade* ditimbang sebanyak 1 gram, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 3% asam asetat hingga tanda batas. Larutan tersebut diambil sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L, dan ditambahkan 2% NaCl hingga tanda batas.

3.2.4 Pembuatan Media Korosi Dengan Penambahan KI

KI sebanyak (7,50; 8,75; 10,00; 11,25; dan 12,50) mg/ml masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, kemudian ditambahkan 2% NaCl dengan kandungan 10 mg/L kitosan hingga tanda batas.

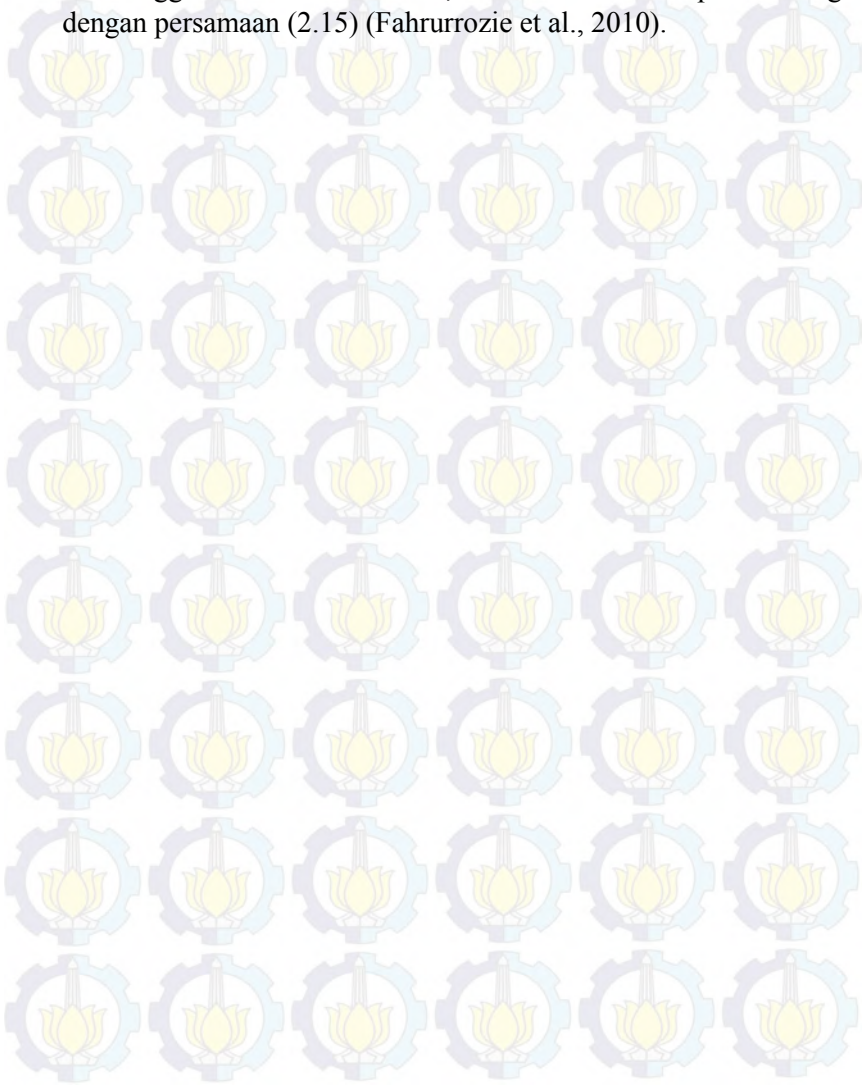
3.2.5 Metode Pengurangan Berat

Tinplate yang telah siap ditimbang massa awalnya. Kemudian, *tinplate* direndam dalam 50 mL media korosi selama 48 jam masing-masing pada 30°C, 40°C, 50°C, dan 60°C. Setelah proses perendaman, *tinplate* dicuci dengan aquades, kemudian dikeringkan dan ditimbang massa akhirnya. Percobaan ini dilakukan secara triplo. Kemudian, dihitung nilai laju korosi dengan persamaan (2.2). Efisiensi inhibitor dapat dihitung dengan persamaan (2.16) (Kamal & Sethuraman, 2012).

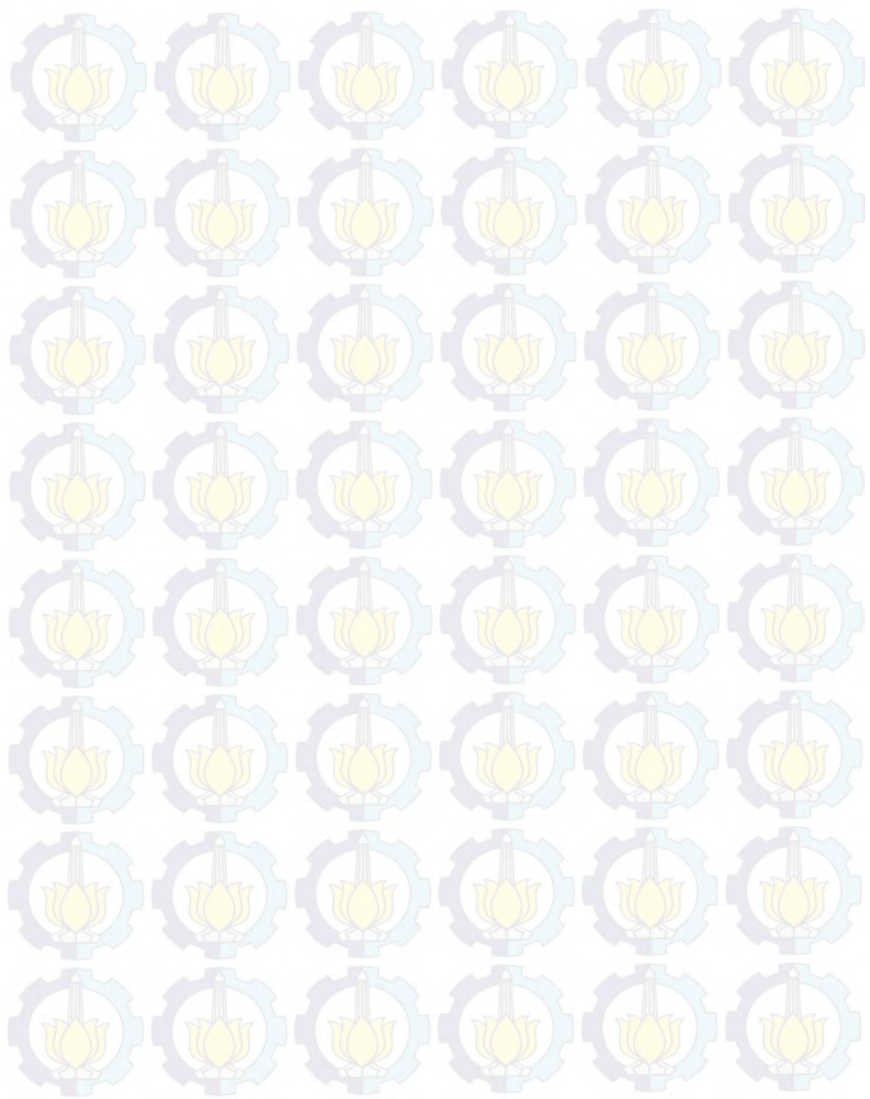
3.2.6 Metode Polarisasi Potensiodinamik

Metode polarisasi potensiodinamik bertujuan untuk mengetahui arus korosi, potensial korosi, konstanta Tafel katoda dan anoda. Metode ini dilakukan dengan menggunakan alat Metrohm tipe AUT84948 dengan 3 elektroda. Elektroda acuan adalah *Saturated Calomel Electrode* (SCE), elektroda bantu berupa platina, dan elektroda kerja adalah spesimen *tinplate*. Ketiga elektroda tersebut dirangkai menjadi suatu sel dengan media korosi baik tanpa penambahan KI atau dengan penambahan KI pada variasi suhu 30°C, 35°C, dan 40°C. Rangkaian sel tersebut dihubungkan dengan potensiostat dan komputer untuk dapat membaca dan memperoleh data. Pengukuran polarisasi

dilakukan dengan *scanrate* 1 mV/s dengan *scanning* dari -200 mV hingga 200 mV. Kemudian, efisiensi inhibisi dapat dihitung dengan persamaan (2.15) (Fahrurrozie et al., 2010).



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Pengurangan Berat

Metode pengurangan berat merupakan metode konvensional yang digunakan untuk menghitung laju korosi pada suatu logam secara gravimetri. Data yang didapatkan dari metode ini berupa selisih massa logam yang dihitung dari pengurangan massa awal logam dengan massa akhir logam setelah dicelupkan pada kurun waktu tertentu. Nilai selisih massa logam selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung laju korosi pada logam dan efisiensi inhibitor. Laju korosi ditentukan untuk mengetahui batas kelayakan penggunaan suatu logam dan efisiensi inhibitor dihitung untuk penerapan lebih lanjut terhadap pengendalian korosi pada lingkungan logam yang diteliti.

Nilai selisih massa logam *tinplate* sebelum dan sesudah direndam dalam media korosi ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Selisih massa logam pada metode pengurangan berat.

Media Korosi	Δm (gram)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl	0,0051	0,0097	0,0113	0,0119
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,0044	0,0084	0,0101	0,0112
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,0037	0,0076	0,0092	0,0109
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0036	0,0071	0,0089	0,0105
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0034	0,0068	0,0084	0,0099
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,0040	0,0078	0,0096	0,0108
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,0041	0,0081	0,0099	0,0110

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, dapat ditentukan laju korosi *tinplate* dalam media korosi, seperti pada Tabel 4.2.

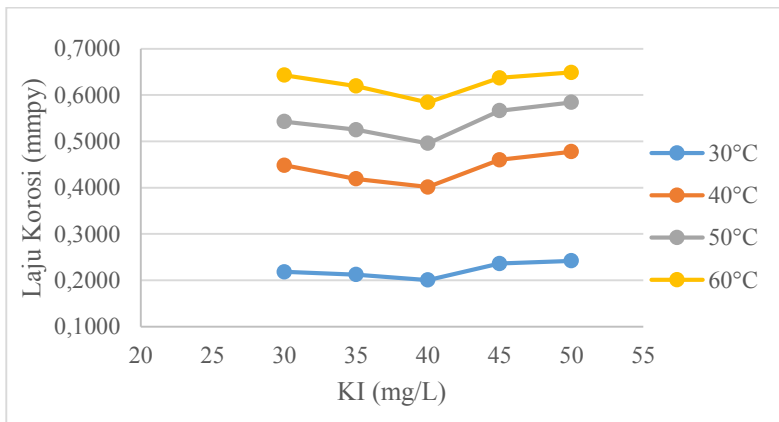
Tabel 4.2 Laju korosi *tinplate* pada metode pengurangan berat.

Media Korosi	Laju Korosi (mmpy)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl	0,3009	0,5723	0,6667	0,7021
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,2596	0,4956	0,5959	0,6608
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,2183	0,4484	0,5428	0,6431
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,2124	0,4189	0,5251	0,6195
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,2006	0,4012	0,4956	0,5841
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,2360	0,4602	0,5664	0,6372
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,2419	0,4779	0,5841	0,6490

Hasil perhitungan (Tabel 4.2) menunjukkan bahwa laju korosi *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan lebih besar daripada dengan adanya kitosan pada perlakuan suhu yang sama. Laju korosi *tinplate* tersebut menurun dengan adanya penambahan KI dalam media korosi, tetapi meningkat dengan adanya penambahan KI lebih besar dari 40 mg/L. Laju korosi *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI memiliki nilai terkecil setiap perlakuan suhu yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa laju korosi *tinplate* menurun dengan adanya kitosan dan penambahan KI pada larutan media korosi yang disebabkan oleh inhibisi yang diberikan dari kitosan dan KI pada proses korosi *tinplate*. Menurut Khamis et al. (2012), ion iodida dapat meningkatkan efisiensi inhibisi dari inhibitor pada korosi logam karena ion iodida teradsorpsi dan membentuk lapisan muatan negatif pada permukaan logam

sehingga kitosan yang terprotonasi lebih mudah membentuk lapisan pelindung.

Laju korosi *tinplate* dalam media korosi yang sama meningkat dengan adanya peningkatan suhu. Laju korosi *tinplate* dalam media korosi 2% NaCl sebesar 0,3009 mmpy pada suhu 30°C, sedangkan pada suhu 60°C meningkat hingga sebesar 0,7021 mmpy. Peningkatan laju korosi dari *tinplate* dalam media korosi yang sama dengan adanya peningkatan suhu dapat disebabkan oleh penurunan nilai energi bebas yang dapat meningkatkan spontanitas reaksi korosi *tinplate* (Galic et al., 1994). Hubungan laju korosi *tinplate* dan perubahan konsentrasi KI dengan peningkatan suhu ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Plot laju korosi terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi dari hasil metode pengurangan berat.

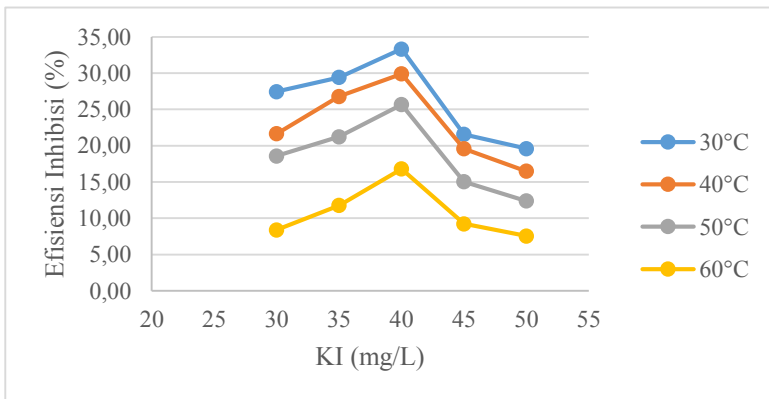
Efisiensi inhibisi dari kitosan pada korosi *tinplate* dari hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat, ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat.

Media Korosi	EI (%)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl	0	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	13,73	13,40	10,62	5,88
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	27,45	21,65	18,58	8,40
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	29,41	26,80	21,24	11,76
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	33,33	29,90	25,66	16,81
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	21,57	19,59	15,04	9,24
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	19,61	16,49	12,39	7,56

Efisiensi inhibisi kitosan menggunakan media korosi 2% NaCl sebagai blanko. Berdasarkan pada Tabel 4.3, efisiensi inhibisi kitosan meningkat dengan adanya penambahan KI dalam media korosi, tetapi efisiensi inhibisi kitosan tersebut menurun jika penambahan KI lebih besar dari 40 mg/L pada perlakuan suhu yang sama. Efisiensi inhibisi kitosan pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan sebesar 13,73%. Efisiensi inhibisi kitosan tersebut meningkat dengan adanya penambahan 40 mg/L KI hingga mencapai 33,33%. Akan tetapi, efisiensi inhibisi kitosan tersebut menurun hingga 19,61% pada penambahan 50 mg/L KI. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan optimum dalam media korosi dengan adanya 40 mg/L KI pada perlakuan suhu yang sama. Efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dipengaruhi oleh adanya KI dalam media korosi karena KI dapat memberikan efek inhibisi juga pada korosi logam (Qian et al., 2013). Ion iodida bersinergi dengan inhibitor membentuk lapisan film yang menghambat korosi pada logam (Khamis et al., 2012).

Efisiensi inhibisi kitosan dalam media korosi yang sama menurun dengan adanya peningkatan suhu. Efisiensi inhibisi kitosan pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan 40 mg/L KI memiliki nilai sebesar 33,33% dan mengalami penurunan hingga mencapai 16,81% pada suhu 60°C. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu dapat menurunkan efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dalam media korosi yang sama. Penelitian Lutfiana, (2014) juga menunjukan efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* optimum pada suhu media korosi sebesar 30°C. Efisiensi inhibisi kitosan dapat menurun bila suhu media korosi meningkat disebabkan meningkatnya spontanitas reaksi korosi pada logam sehingga mempengaruhi kestabilan kitosan dalam menginhibisi korosi (Fekry & Mohamed, 2010). Hubungan efisiensi inhibisi kitosan dengan perubahan konsentrasi KI ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Plot efisiensi inhibisi kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu dari hasil metode pengurangan berat.

Pengaruh KI terhadap inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dapat disebut efisiensi inhibisi KI. Efisiensi inhibisi KI dapat digunakan sebagai pengamatan kondisi optimum KI dalam

memberikan efek inhibisi pada korosi *tinplate*. Efisiensi inhibisi KI dari hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat ditunjukkan seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Efisiensi KI pada korosi *tinplate* pada metode pengurangan berat.

Media Korosi	EI (%)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	15,91	9,52	8,91	2,68
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	18,18	15,48	11,88	6,25
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	22,73	19,05	16,83	11,61
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	9,09	7,14	4,95	3,57
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	6,82	3,57	1,98	1,79

Efisiensi inhibisi KI ditentukan dengan menggunakan media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan sebagai blanko. Efisiensi inhibisi KI dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan 30 mg/L KI pada suhu 30°C sebesar 15,91%. Efisiensi inhibisi KI tersebut meningkat hingga mencapai 22,73% dengan adanya penambahan KI sebesar 40 mg/L dan mengalami penurunan hingga mencapai 6,82% dengan adanya penambahan KI sebesar 50 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi KI optimum dalam media korosi dengan 40 mg/L KI pada suhu yang sama bila dikonversikan dalam satuan molar menjadi sebesar 0,241 mM. Penelitian Zhang et al. (2003) juga menunjukkan senyawa KI memiliki efisiensi inhibisi optimum dengan konsentrasi KI sebesar 0,250 mM.

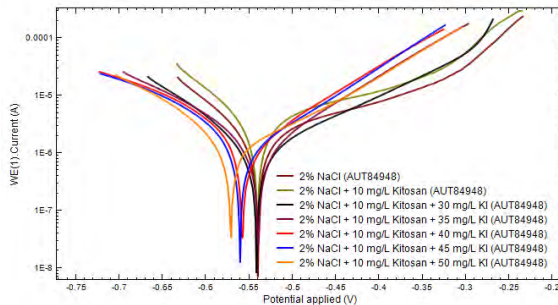
Efisiensi inhibisi KI meningkat dengan adanya peningkatan suhu dalam media korosi yang sama. Efisiensi

inhibisi KI pada suhu 30°C dalam 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan 40 mg/L KI sebesar 22,73%. Efisiensi inhibisi KI tersebut menurun hingga mencapai 11,61% pada suhu 60°C. Hal tersebut menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi KI dalam media korosi yang sama memiliki persentase lebih besar pada suhu 30°C jika dibandingkan dengan perlakuan suhu yang lainnya. Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* menurun dengan adanya peningkatan suhu yang disebabkan menurunnya perubahan energi bebas sehingga meningkatkan spontanitas reaksi korosi pada logam (Arab & Noor, 1993).

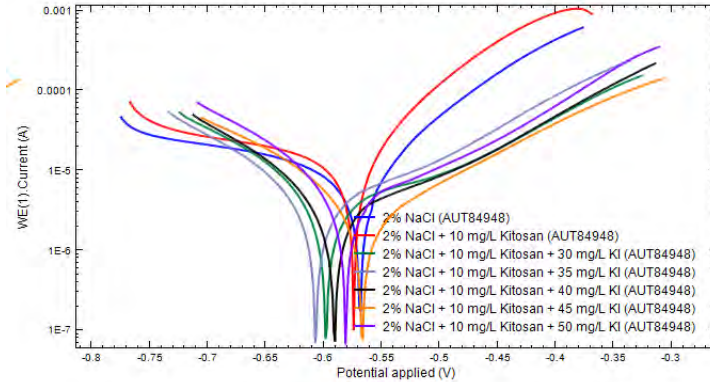
4.2 Metode Polarisasi Potensiiodinamik

Metode polarisasi potensiiodinamik merupakan salah satu metode untuk mengetahui parameter korosi yang terjadi pada suatu logam dengan menggunakan alat potensiostat. Data yang didapatkan pada metode ini berupa kurva polarisasi. Kurva polarisasi tersebut kemudian diolah dengan menggunakan ekstrapolasi Tafel untuk mengetahui parameter korosi yang terukur pada korosi logam yang dianalisa.

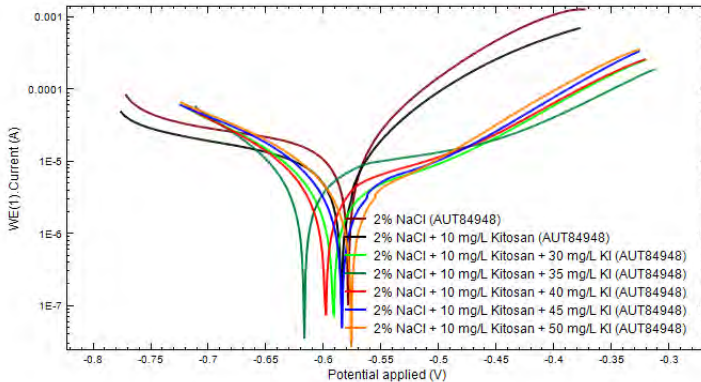
Kurva polarisasi yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiiodinamik ditunjukkan pada Gambar 4.3, Gambar 4.4, dan Gambar 4.5.



Gambar 4.3 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 30°C.



Gambar 4.4 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 35°C.



Gambar 4.5 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 40°C.

Parameter korosi pada *tinplate* dapat diketahui melalui pengolahan kurva polarisasi menggunakan ekstrapolasi Tafel. Parameter korosi yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan polarisasi potesiodinamik ditunjukkan pada Tabel 4.5.

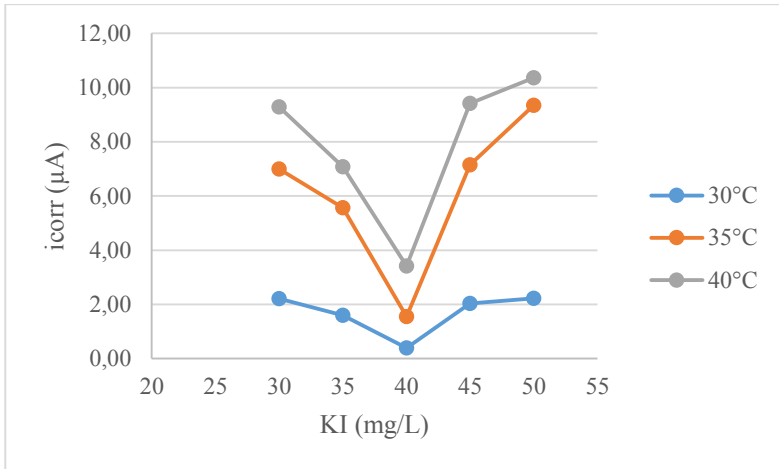
Tabel 4.5 Parameter korosi tinplate dari pengukuran polarisasi potensiodinamik.

Suhu	Media Korosi	β_a (V/s)	β_c (V/s)	E_{corr} (V)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)
30°C	2% NaCl	0,2160	0,3348	-0,5494	4,6606
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1025	0,2802	-0,5459	3,3723
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1241	0,2139	-0,5388	2,2138
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0944	0,1340	-0,5459	1,6012
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0712	0,1268	-0,5629	0,3967
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1354	0,2361	-0,5667	2,0324
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,0850	0,1025	-0,5914	2,2206
35°C	2% NaCl	0,1681	0,1473	-0,5825	11,7583
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1499	0,1586	-0,5798	10,4480
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1186	0,4417	-0,5939	7,0018
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0967	0,2062	-0,6020	5,5642
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0967	0,1821	-0,5944	1,5548
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1034	0,3122	-0,5848	7,1503
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1377	0,3494	-0,5770	9,3436
40°C	2% NaCl	0,0688	0,1643	-0,5591	12,4203
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,7464	0,1346	-0,5394	11,2360
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1428	0,3778	-0,5657	9,2862
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,2609	0,4084	-0,5412	7,0789
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0821	0,1682	-0,5538	3,4204
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1891	0,6385	-0,5594	9,4213
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1301	0,5011	-0,5822	10,3593

Parameter korosi yang didapatkan pada pengukuran polarisasi potensi dinamik (Tabel 4.5), antara lain β_a , β_c , E_{corr} (potensial korosi), dan i_{corr} (densitas arus korosi). Nilai densitas arus korosi yang didapatkan memiliki nilai yang berbeda pada media korosi dan perlakuan suhu yang berbeda.

Nilai densitas arus korosi pada *tinplate* pada suhu yang sama mengalami penurunan dengan adanya penambahan kitosan dan KI dalam media korosi. Nilai densitas arus korosi pada suhu 30°C dalam larutan 2% NaCl sebesar 4,6606 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ dan menurun sebesar 3,3723 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan. Densitas arus korosi tersebut juga menurun dengan adanya penambahan KI tetapi meningkat bila penambahan KI lebih besar dari 40 mg/L. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa densitas arus korosi mengecil dengan adanya penambahan KI kurang lebih sebesar 40 mg/L karena KI memiliki efek sinergisitas dengan inhibitor (Zhang et al., 2003). Ion iodida dan inhibitor membentuk lapisan film yang dapat menghambat korosi pada logam (Khamis et al., 2012).

Nilai densitas arus korosi pada *tinplate* dalam media korosi yang sama mengalami peningkatan seiring dengan adanya peningkatan suhu. Nilai densitas arus korosi dalam 2% NaCl pada suhu 30°C sebesar 4,6606 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$, sedangkan densitas arus korosi tersebut meningkat hingga mencapai 12,4203 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ pada suhu 40°C. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu dapat meningkatkan densitas arus korosi pada *tinplate* yang disebabkan oleh menurunnya perubahan energi bebas sehingga meningkatkan spontanitas reaksi korosi dan meningkatkan jumlah elektron yang terlibat. Menurut Arab & Noor (1993), KI dapat menurunkan densitas arus korosi pada suhu yang rendah yang disebabkan adanya efek inhibisi korosi dari sinergisitas KI dan inhibitor. Hubungan densitas arus korosi terhadap perubahan konsentrasi KI dalam larutan media korosi di setiap perlakuan suhu ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Plot arus korosi terhadap perubahan konsentrasi KI dengan variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiostatik.

Berdasarkan nilai densitas arus korosi dari hasil pengukuran polarisasi potensiostatik maka dapat ditentukan nilai efisiensi inhibisi kitosan sebagai inhibitor pada korosi *tinplate*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

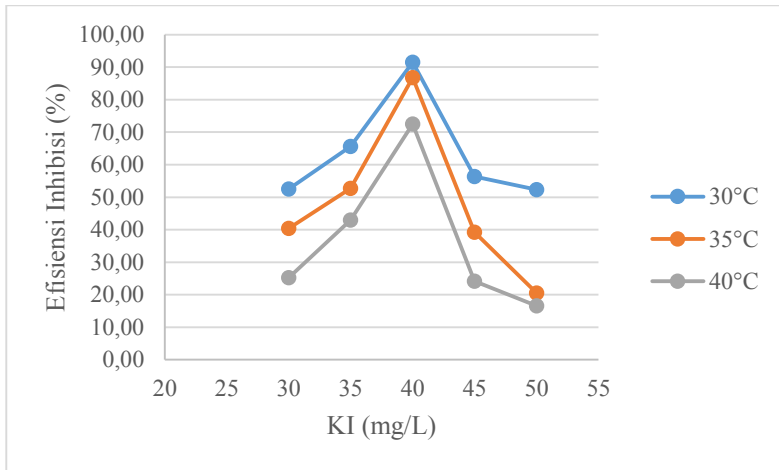
Tabel 4.6 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiostatik.

Media Korosi	EI (%)		
	30°C	35°C	40°C
2% NaCl	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	27,64	10,70	9,54
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	52,50	40,45	25,23
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	65,64	52,68	43,01
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	91,49	86,78	72,46
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	56,39	39,19	24,15
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	52,35	20,54	16,59

Efisien inhibisi kitosan pada kondisi suhu yang sama mengalami peningkatan dengan adanya penambahan kitosan dan KI dalam media korosi. Efisiensi inhibisi kitosan pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan memiliki nilai sebesar 27,64%, sedangkan efisiensi inhibisi kitosan hingga mencapai 91,94% dengan adanya penambahan 40 mg/L KI dalam media korosi. Efisiensi inhibisi kitosan tersebut menurun hingga mencapai 52,35% dengan adanya penambahan KI sebesar 50 mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan dipengaruhi oleh adanya KI dalam media korosi yang disebabkan ion iodida dapat memberikan efek sinergisitas pada kitosan dalam menghambat korosi pada *tinplate*. Menurut Qian, et al. (2013), ion iodida dapat membantu inhibitor untuk teradsorpsi pada permukaan logam sehingga dapat meningkatkan efisiensi inhibisi dari inhibitor.

Peningkatan suhu dapat menyebabkan efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* menurun dalam media korosi yang sama. Efisiensi inhibisi kitosan pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan 40 mg/L KI sebesar 27,64% dan mengalami penurunan hingga mencapai 9,54% pada suhu 40°C. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan optimum pada suhu 30°C (Lutfiana, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dapat dipengaruhi dengan adanya peningkatan suhu. Efisiensi inhibisi kitosan menurun seiring dengan meningkatnya suhu media korosi dapat disebabkan meningkatnya laju reaksi korosi sehingga mempengaruhi kestabilan lapisan film yang dibentuk oleh kitosan. Menurut Umoren et al. (2013), efisiensi inhibisi kitosan menurun pada suhu yang tinggi karena meningkatnya spontanitas reaksi korosi sehingga menurunkan kestabilan kitosan untuk membentuk lapisan film. Hubungan antara efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* terhadap

perubahan penambahan konsentrasi KI dalam larutan media korosi dengan variasi suhu ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Plot efisiensi inhibisi Kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiodynamik.

Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* dari hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodynamik, ditunjukkan seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Efisiensi inhibisi KI pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodynamik.

Media Korosi	EI (%)		
	30°C	35°C	40°C
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	34,35	33,32	17,35
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	52,52	47,01	37,00
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	88,24	85,19	69,56
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	39,73	31,90	16,15
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	34,15	11,01	7,80

Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* terjadi peningkatan persentase dengan adanya penambahan KI dalam media korosi dengan perlakuan suhu yang sama. Efisiensi inhibisi KI pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan adanya 30 mg/L KI memiliki nilai sebesar 34,35% dan meningkat hingga mencapai 88,24% dengan adanya penambahan 40 mg/L KI dalam media korosi. Akan tetapi, efisiensi inhibisi KI menurun hingga mencapai 34,15% dengan adanya penambahan 50 mg/L KI dalam media korosi. Hal ini dapat menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi KI optimum pada konsentrasi 40 mg/L KI dalam media korosi dengan perlakuan suhu yang sama. Menurut Khamis et al. (2012), ion iodida (I⁻) dapat bersinergi dengan inhibitor dan menstimulasi adsorpsi inhibitor pada permukaan logam sehingga membentuk lapisan film pelindung yang lebih kuat terhadap korosi logam.

Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* juga dipengaruhi dengan adanya peningkatan suhu. Efisiensi inhibisi KI pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan adanya 40 mg/L KI sebesar 88,24%, tetapi mengalami penurunan hingga mencapai 69,56% pada suhu 40°C. Penurunan efisiensi inhibisi KI tersebut juga ditunjukkan pada media korosi yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi KI berkurang dengan adanya peningkatan suhu pada media korosi yang sama disebabkan adanya peningkatan spontanitas reaksi korosi sehingga meningkatkan densitas arus korosi logam yang dapat mengganggu kestabilan adsorpsi inhibitor pada permukaan logam yang terkorosi (Rahiman & Sethumanickam, 2014).

4.3 Perbandingan Metode Pengukuran Laju Korosi

Berdasarkan nilai efisiensi inhibisi kitosan dari hasil dua metode pengukuran laju korosi menunjukkan bahwa metode pengurangan berat memiliki ketelitian yang lebih kecil dibandingkan dengan metode polarisasi potenciodinamik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai efisiensi inhibisi kitosan pada metode

pengurangan berat lebih kecil daripada metode polarisasi potensiostatik. Efisiensi inhibisi korosi pada metode pengurangan berat mencapai sebesar 33,33%, sedangkan pada metode polarisasi mencapai sebesar 91,49%. Hal ini dapat disebabkan alat yang digunakan dan data yang didapatkan berbeda. Data yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat adalah perubahan berat logam sebelum dan sesudah direndam dalam media korosi yang diukur menggunakan timbangan, sedangkan pengukuran dengan metode polarisasi potensiostatik menggunakan alat potensiostat dan data yang didapatkan berupa kurva polarisasi dan diekstrapolasi Tafel sehingga didapatkan parameter korosi, yaitu β_a , β_c , E_{corr} (potensial korosi), dan i_{corr} (densitas arus korosi). Pada metode polarisasi potensiostatik dapat mengukur densitas arus korosi hingga ketelitian $1 \times 10^{-6} \text{ A}$ (μA), sedangkan metode pengurangan berat hanya mengukur perubahan berat logam hingga ketelitian $1 \times 10^{-4} \text{ g}$ (0,1 mg).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* menurun dengan adanya peningkatan suhu media korosi dan meningkat dengan adanya penambahan KI dalam media korosi. Berdasarkan nilai efisiensi inhibisi kitosan dari hasil dua metode pengukuran laju korosi menunjukkan bahwa metode pengurangan berat memiliki ketelitian yang lebih kecil dibandingkan dengan metode polarisasi potensiodinamik. Hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat menunjukkan efisiensi inhibisi kitosan meningkat hingga sebesar 33,33% dan efisiensi inhibisi KI meningkat hingga sebesar 22,73% dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan adanya 40 mg/L KI pada suhu 30°C. Hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodinamik juga menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan meningkat hingga sebesar 91,49% dan efisiensi inhibisi KI meningkat hingga sebesar 88,24% dalam media korosi dengan adanya 40 mg/L KI pada suhu 30°C. Nilai efisiensi inhibisi kitosan dan KI tidak mengalami peningkatan dengan adanya peningkatan suhu media korosi dan penambahan KI lebih besar dari 40 mg/L dalam media korosi.

5.2 Saran

Saran yang disampaikan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh suhu terhadap efisiensi inhibitor pada korosi *tinplate* dengan komposisi media korosi yang berbeda dan metode pengukuran yang berbeda.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, M. (2002). Rhodanine Azosulpha Drugs as Corrosion Inhibitors for Corrosion of 304 Stainless Steel in Hydrochloric Acid Solution. *Corrosion Science*, 717-728.
- Afriani, F. S., Komalasari, & Zultiniar. (2014). *Proteksi Katodik Metoda Anoda Tumbal Untuk Mengendalikan Laju Korosi*. Riau: Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Ahamad, I. (2010). Adsorption and Inhibitive Properties of Some New Mannich Bases of Isatin Derivatif on Corrosion of Mild Steel in Acidic Acid. *Corrosion Science*, 1472-1481.
- Aldykewicz, A. J., Isaacs, H. S., & Davenport, A. J. (1995). The Investigation of Cerium as a Cathodic Inhibitor for Aluminum-Copper Alloys. *Journal of the Electrochemical Society*, 3342-3350.
- Alsabagh, A. M., Elsabee, M. Z., Moustafa, Y. M., Elfky, A., & Morsi, R. E. (2014). Corrosion inhibition efficiency of some hydrophobically modified chitosan surfactants in relation to their surface active properties. *Egyptian Journal of Petroleum*, 349-359.
- Arab, S., & Noor, E. (1993). Inhibition of Acid Corrosion of Steel by Some S-Alkylisothiuronium Iodides. *Corrosion Science*, 122-129.
- Bantacut, T., & Darmanto, W. (2014). *Sifat Korosif Surfaktan Mes (Metil Ester Sulfonat) Dari Minyak Sawit Dalam Pemilihan Bahan Surface Facilities Untuk Aplikasi Eor (Enhanced Oil Recovery) Application*. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Benabdellah, M., Tounsi, A., Khaled, K., & Hammouti, B. (2010). Thermodynamic, chemical and electrochemical investigations of 2-mercapto benzimidazole as corrosion inhibitor for mild steel in hydrochloric acid solutions. *Arabian Journal of Chemistry*, 17-24.
- Bhanvase, B., Patel, M., & Sonawane, S. (2014). Kinetic properties of layer-by-layer assembled cerium zinc molybdate nanocontainers during corrosion inhibition. *Corrosion Science*, 170-177.
- Carneiro, J., Fernandes, J., Freire, S., Silvestre, C., Gandini, A., Ferreira, M., & Zheludkevich, M. (2012). Chitosan Based Self-healing Protective Coating Doped with Cerium Nitrate for Corrosion Protection of Allumunium Alloy 2024. *Progress in Organic Coating*, 8-13.
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Demam, J. M. (1997). *Kimia Makanan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- El-Haddad, M. N. (2013). Chitosan as a green inhibitor for copper corrosion in acidic medium. *International Journal of Biological Macromolecules*, 142-149.
- Ezuber, H., El-Houd, A., & El-Shawesh, F. (2007). A Study on the Corrosion Behavior of Aluminum Alloys in Seawater. *Materials and Design*, 801–805.
- Fahrurrozie, A., Sunarya, Y., & Mudzakir, A. (2010). *Efisiensi Inhibisi Cairan Ionik Turunan Imidazolin Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon Dalam Larutan Elektrolit Jenuh Karbon Dioksida*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Fekry, A., & Mohamed, R. (2010). Acetyl Thiourea Chitosan as an Eco-friendly Inhibitor for Mild Steel in Sulphuric Acid Medium. *Electrochemica Acta*, 1933-1939.
- Galic, K., Pavic, M., & Cikovic, N. (1994). The Effect Of Inhibitors On The Corrosion Of Tin In Sodium Chloride Solution. *Corrosion Science*, 785-795.
- Hamdy, A., & El-Gendy, N. S. (2012). Thermodynamic, adsorption and electrochemical studies for corrosion inhibition of carbon steel by henna extract in acid medium. *Egyptian Journal of Petroleum*, 17-25.
- Heruwati, E. S. (2002). *Pengolahan Ikan Secara Tradisional: Prospek dan Peluang Pengembangan*. Jakarta: Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- Hijazi, A., Arifin, Z., & Pratapa, S. (2012). *Pengaruh Konsentrasi Kalsium Karbonat Terhadap Sifat Korosi Baja ST.37 Dengan Coating Polianilin dalam Asam Klorida/Kalsium Karbonat*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Indra, D. (2004). *Kimia dari Inhibitor Korosi*. Sumatra Utara: Teknik Kimia Unsud.
- Jones, D. A. (1996). *Principle and Prevention of Corrosion. Second Edition*.
- Kamal, C., & Sethuraman, M. (2012). Spirulina Platensis A Novel Green Inhibitor For Acid Corrosion Of Mild Steel. *Arabian Journal of Chemistry*, 155-161.
- Karim, A. A., & Yusuf, Z. A. (2012). *Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat Dan Tapioka*

Terhadap Tingkat Laju Korosi Pada Pelat Baja Tangki Ballast Air Laut. Makaasar: Universitas Hasanuddin.

Kazeem Oladele, S., & Kehinde Okoro, H. (2011). Investigation of corrosion effect of mild steel on orange juice. *African Journal of Biotechnology*, 3152-3156.

Ketaren, S. (1986). *Minyak dan Lemak Makanan*. Jakarta: UI Press.

Khamis, A., Saleh, M., & Awad, M. (2012). Synergistic inhibitor effect of cetylpyridinium chloride and other halides on the corrosion of mild steel in 0.5 M H₂SO₄. *Corrosion Science*, 343-349.

Loren, S. B., & Febrianto. (2009). *Pengujian Mesin EDAQ untuk Mengukur Laju Korosi*. Jakarta: Sigma Epsilon.

Lutfiana. (2014). *Pengaruh Suhu Media NaCl 3% Pada Korosi Tinplate Dengan Adanya Inhibitor Kitosan*. Surabaya: Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Malau, V., & Luppia, N. S. (2011). *Pengaruh Variasi Waktu Dan Konsentrasi Larutan Nacl Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi Dari Lapisan Nikel Elektroplating Pada Permukaan Baja Karbon Sedang*. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim .

Prasteya, A. Y., & Nurdin, I. (2010). *Korosi Alumunium Dalam Larutan Asam Sitrat*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Pryor, M. J., & Cohen, S. (1953). The Inhibition of the Corrosion of Iron by Some Anodic Inhibitors. *Journal of the Electrochemical Society*, 203-215.

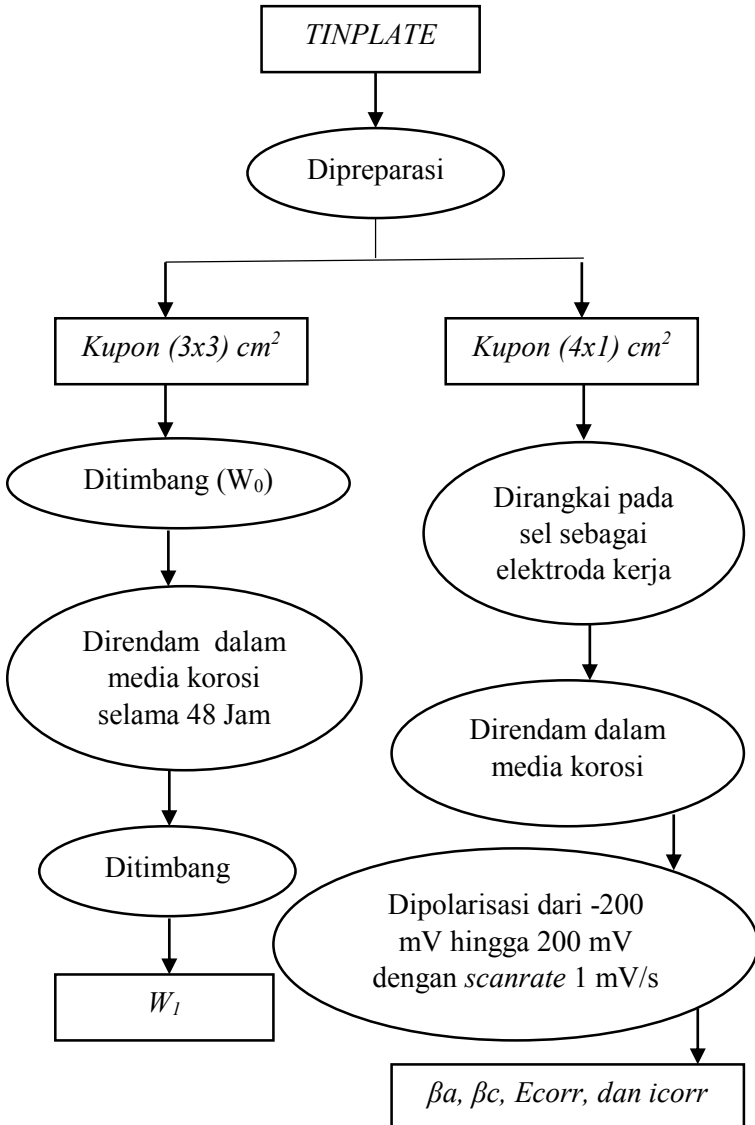
Qian, B., Wang, J., Zheng, M., & Hou, B. (2013). Synergistic effect of polyaspartic acid and iodide ion on corrosion

- inhibition of mild steel in H₂SO₄. *Corrosion Science*, 184-192.
- Rahiman, A. F., & Sethumanickam, S. (2014). Corrosion inhibition, adsorption and thermodynamic properties of poly(vinyl alcohol-cysteine) in molar HCl. *Arabian Journal of Chemistry*, In Press.
- Rojbaniati, N. R., & Wahyuningrum, D. (2011). *Pengembangan Modul Praktikum untuk SMK Program Keahlian Analisis Kimia Mengenai Sintesis Senyawa 5,5-Difenilimidazolidin-2,4-dion sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Karbon dalam Larutan NaCl 1%*. Bandung: Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011.
- Rouquerol, F., Rouquerol, J., & Sing, K. S. (2014). *Thermodynamics of Adsorption at the Gas/Solid Interface. In Adsorption by Powders and Porous Solids (Second Edition)*. Oxford: Academic Press.
- Sangeetha, Y., Meenakshi, S., & Sundaram, C. (2014). Corrosion Mitigation Of N-(2-Hydroxy-3-Trimethyl Ammonium)Propyl Propyl chitosan Chloride As Inhibitor On Mild Steel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 1244–1249.
- Shreir, L., & Jarman, R. A. (1994). *Corrosion, Metal/Environment Reaction. Third edition*. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing.
- SNI. (2000). *Garam Konsumsi Beryodium SNI 01-3556-2000*. Indonesia: Badan Standarisasi Nasional.

- Syarief, R., Santausa, S., & Ismayana, S. B. (1989). *Teknologi Pengemasan Pangan*. Bogor: Laboratorium Rekayasa Proses Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Thretwey, K., & Chamberlain, J. (1991). *Korosi untuk Mahasiswa Sains & Rekayasa*. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Umoren, S. A., Mauro, J. B., Teodoro, A. G., Claudio, A. G., & Maria, V. M. (2013). Inhibiton of Mild Steel Corrosion in HCl Solution Using Chitosan. *Cellulose*, 25-29.
- Urgen, M., & Cakir, A. (1991). The Effect Of Molybdate Ions On The Temperature Dependent Pitting Potential Of Austenitic Stainless Steels In Neutral Chloride Solutions. *Corrosion Science*, 841-852.
- Wardaniati, R., & Setyaningsih, S. (2009). *Pembuatan Chitosan dari Kulit Udang dan Aplikasinya Untuk Pengawetan Bakso*. Semarang: Universitas Dipenogoro.
- Wijayanto, K. (2014). *Kitosan Sebagai Inhibitor Korosi Kaleng Tinsplate dalam Media 3%*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Winarno, & Fardiaz, G. (1995). *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka.
- Zhang, D.-Q., Gao, L.-X., & Zhou, G.-D. (2003). Synergistic effect of 2-mercapto benzimidazole and KI on copper corrosion inhibition in aerated sulfuric acid solution. *Journal of Applied Electrochemistry*, 361-366.

LAMPIRAN A

SKEMA KERJA



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN PEMBUATAN LARUTAN

A. Pembuatan 3% (v/v) asam asetat

Larutan 3% asam asetat dibuat dari asam asetat 98% dengan perhitungan, sebagai berikut:

$$M_1 = 3\% \text{ asam asetat} \quad M_2 = 98\% \text{ asam asetat} \quad V_2 = 1000 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \\ 3\% V_1 &= 98\% \cdot 1000 \text{ mL} \\ V_1 &= 30,6 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, pembuatan untuk larutan 3% asam asetat, yaitu 30,6 ml asam asetat 98 % dilarutkan dalam labu ukur 1 L dengan menggunakan aqua DM hingga tanda batas.

B. Pembuatan larutan 2% (w/v) NaCl

$$\begin{aligned} 2\% &= W/1000 \text{ mL} \\ W &= 20 \text{ gram} \end{aligned}$$

Jadi, pembuatan untuk larutan 2% NaCl, yaitu 20 gram NaCl dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L, kemudian dilarutkan dengan aqua DM hingga tanda batas.

C. Pembuatan media korosi 2% NaCl dan 10 mg/L Kitosan tanpa adanya KI

Pembuatan larutan 10.000 mg/L Kitosan dalam 3% asam asetat:

$$10.000 \text{ mg/L} = W/100 \text{ mL}$$

$$W = 1 \text{ gram}$$

Pembuatan media korosi 2% NaCl dan 10 mg/L Kitosan:

$$M_1 = 10.000 \text{ mg/L} \quad M_2 = 10 \text{ mg/L} \quad V_2 = 1000 \text{ mL}$$

$$\begin{aligned} M_1 V_1 &= M_2 V_2 \\ 10.000 \text{ mg/L } V_1 &= 10 \text{ mg/L} \cdot 1000 \text{ mL} \\ V_1 &= 1 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, Kitosan sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan 3% asam asetat hingga tanda batas. Larutan tersebut diambil sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L, dan ditambahkan 2% NaCl dengan kandungan 10 mg/L kitosan hingga tanda batas.

D. Pembuatan media korosi 2% NaCl dan 10 mg/L Kitosan dengan adanya KI

Pembuatan 30 mg/L KI

$$30 \text{ mg/L} = W/0,25L$$

$$W = 7,50 \text{ mg KI}$$

Pembuatan 35 mg/L KI

$$35 \text{ mg/L} = W/0,25L$$

$$W = 8,75 \text{ mg KI}$$

Pembuatan 40 mg/L KI

$$40 \text{ mg/L} = W/0,25L$$

$$W = 10,00 \text{ mg KI}$$

Pembuatan 45 mg/L KI

$$45 \text{ mg/L} = W/0,25L$$

$$W = 11,25 \text{ mg KI}$$

Pembuatan 50 mg/L KI

$$50 \text{ mg/L} = W/0,25\text{L}$$

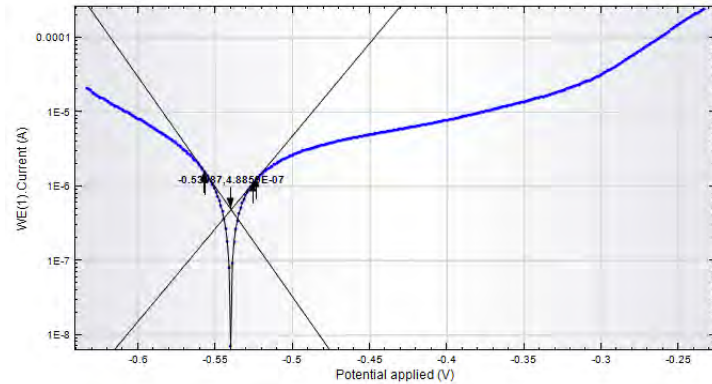
$$W = 12,50 \text{ mg KI}$$

Jadi, KI sebanyak (7,50; 8,75; 10,00; 11,25; dan 12,50) mgram dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, kemudian ditambahkan 2% NaCl dengan kandungan 10 mg/L kitosan hingga tanda batas.

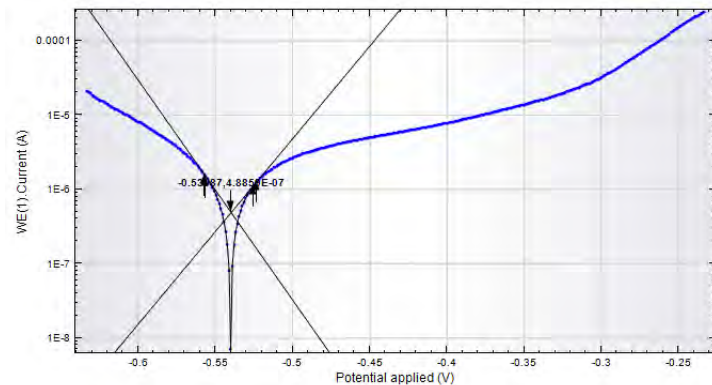
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN C

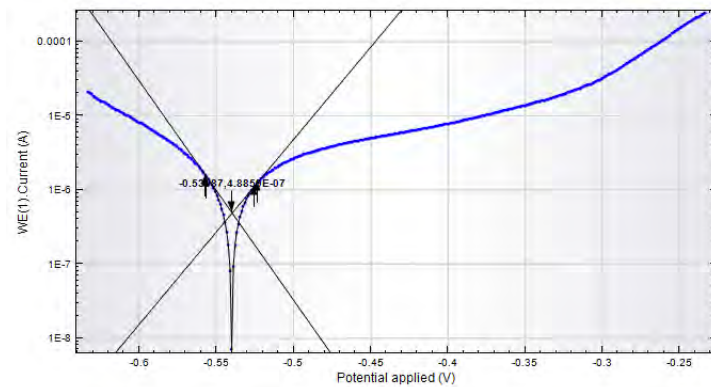
KURVA POLARISASI



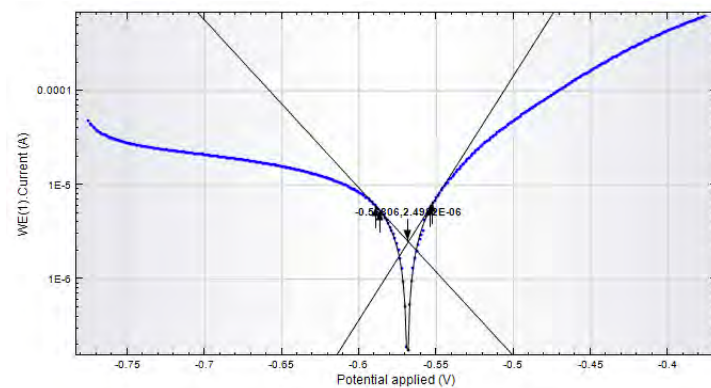
Gambar C.1.1.1 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 30°C (1).



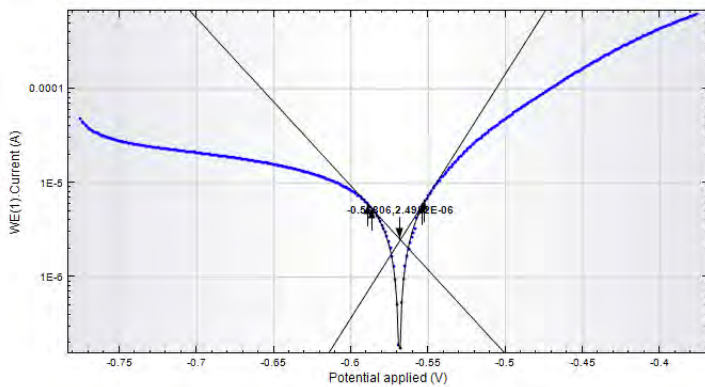
Gambar C.1.1.2 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 30°C (2).



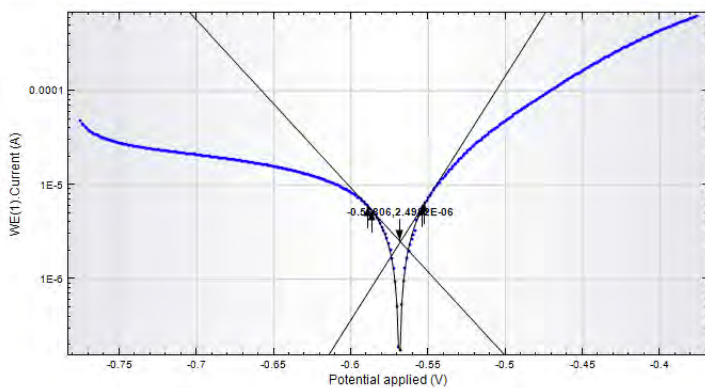
Gambar C.1.1.3 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 30°C (3).



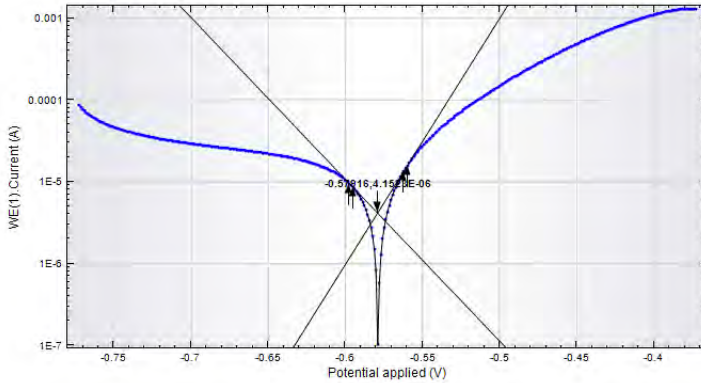
Gambar C.1.2.1 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 35°C (1).



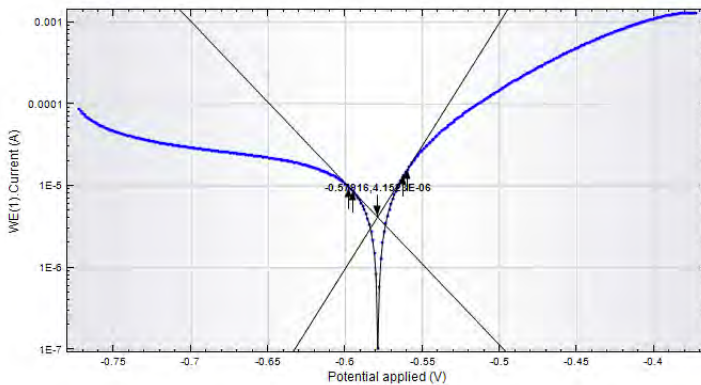
Gambar C.1.2.2 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 35°C (2).



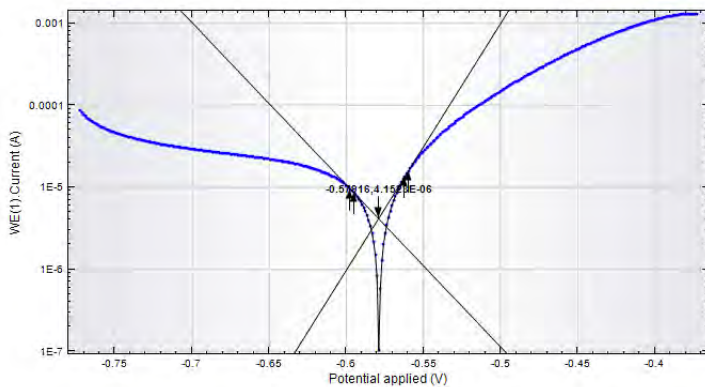
Gambar C.1.2.3 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 35°C (3).



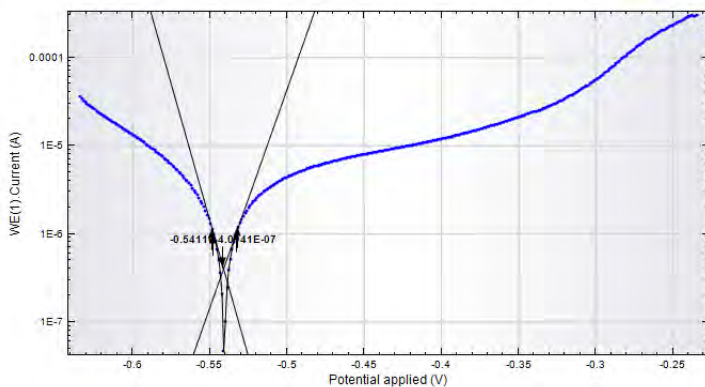
Gambar C.1.3.1 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 40°C (1).



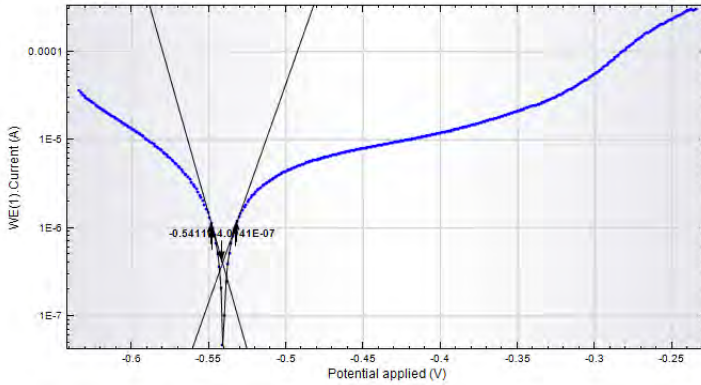
Gambar C.1.3.2 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 40°C (2).



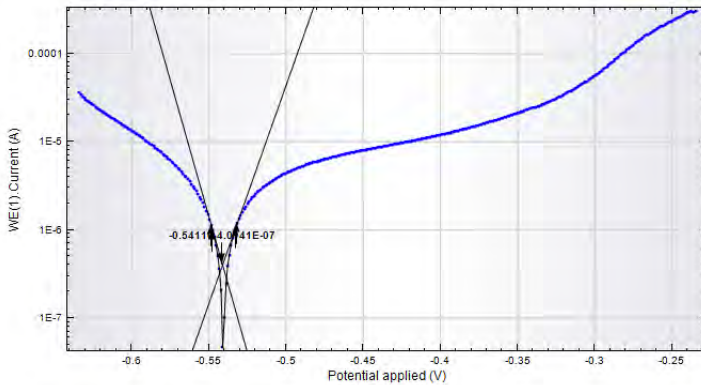
Gambar C.1.3.3 Media korosi 2% NaCl tanpa adanya kitosan dan KI pada suhu 40°C (3).



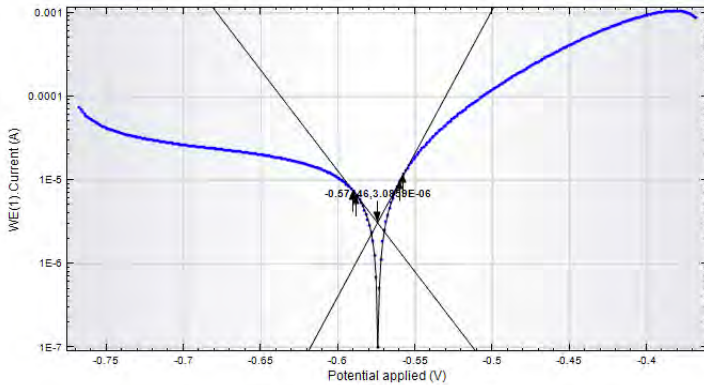
Gambar C.2.1.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 30°C (1).



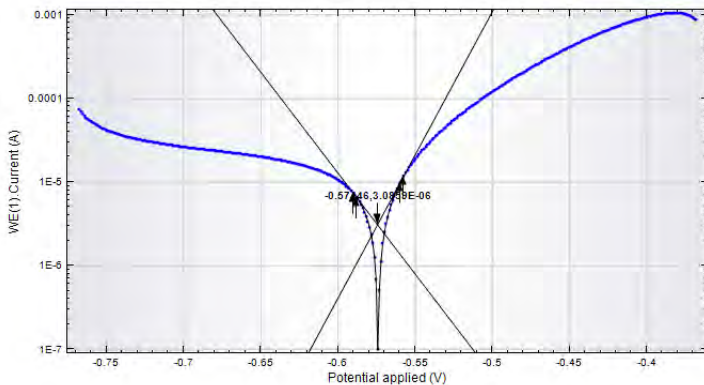
Gambar C.2.1.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 30°C (2).



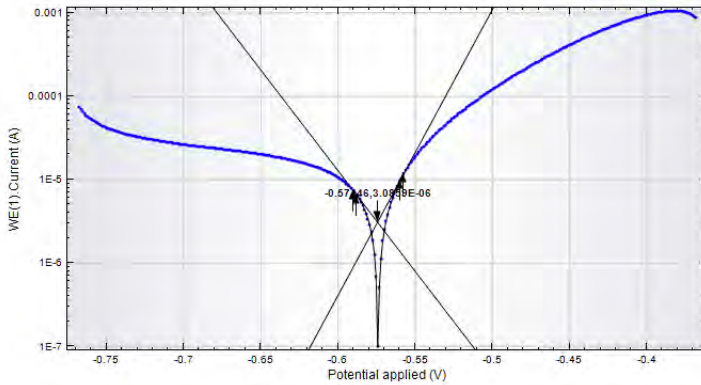
Gambar C.2.1.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 30°C (3).



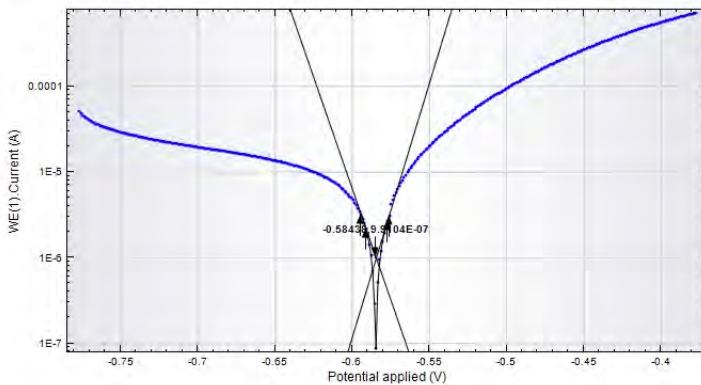
Gambar C.2.2.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 35°C (1).



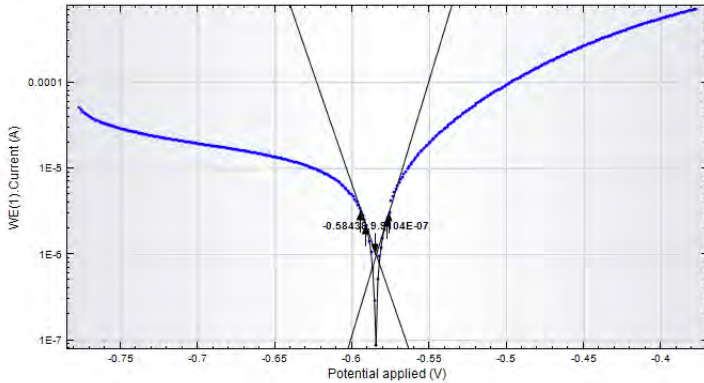
Gambar C.2.2.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 35°C (2).



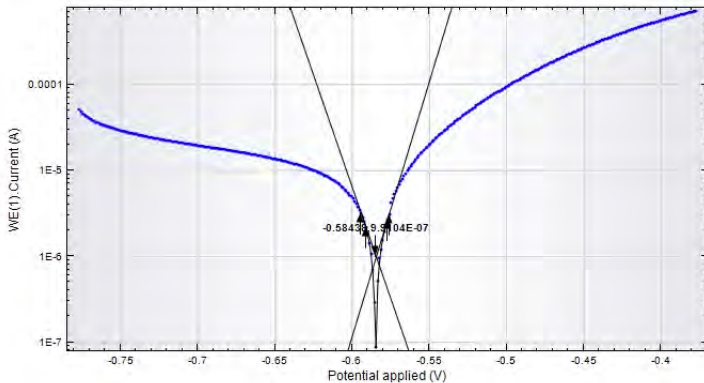
Gambar C.2.2.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 35°C (3).



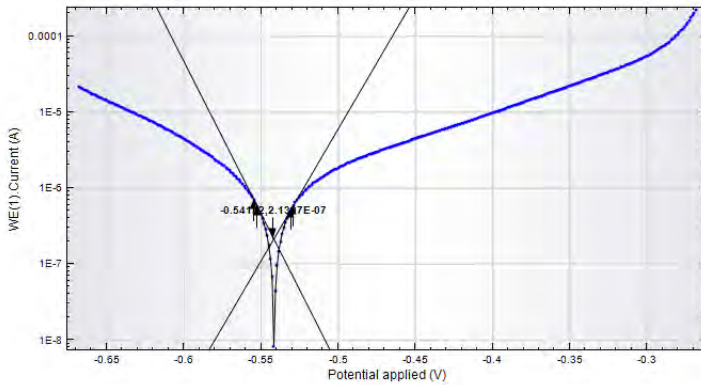
Gambar C.2.3.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 40°C (1).



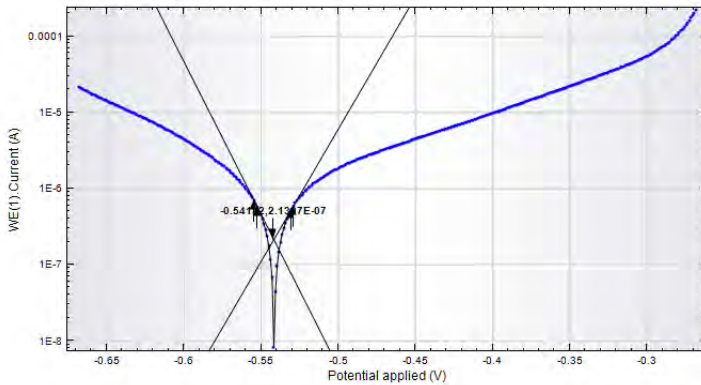
Gambar C.2.3.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 40°C (2).



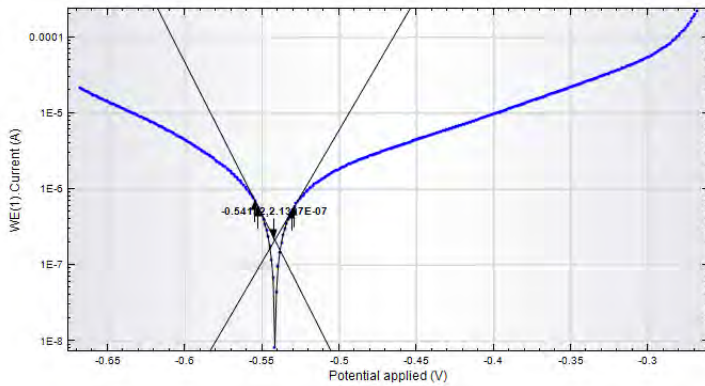
Gambar C.2.3.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan tanpa KI pada suhu 40°C (3).



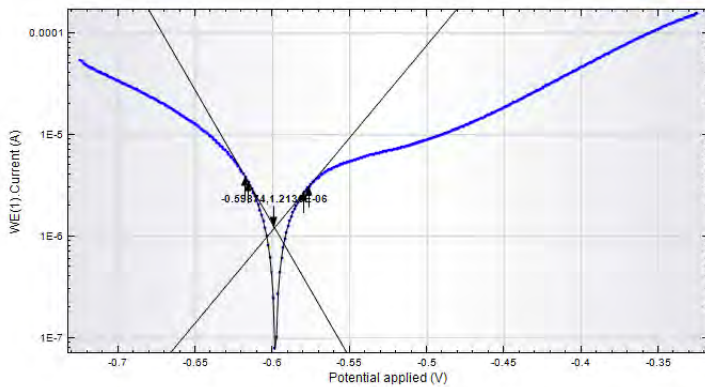
Gambar C.3.1.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 30°C (1).



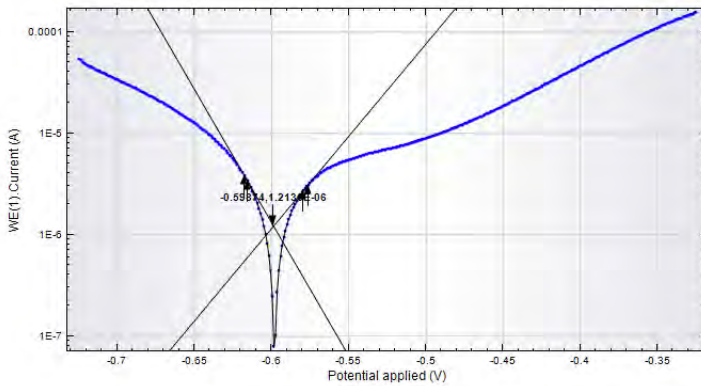
Gambar C.3.1.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 30°C (2).



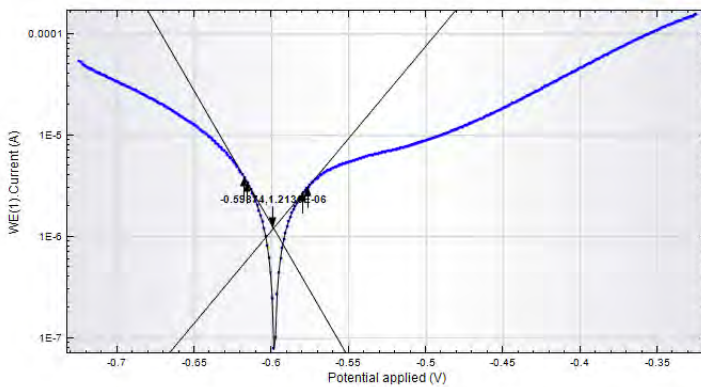
Gambar C.3.1.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 30°C (3).



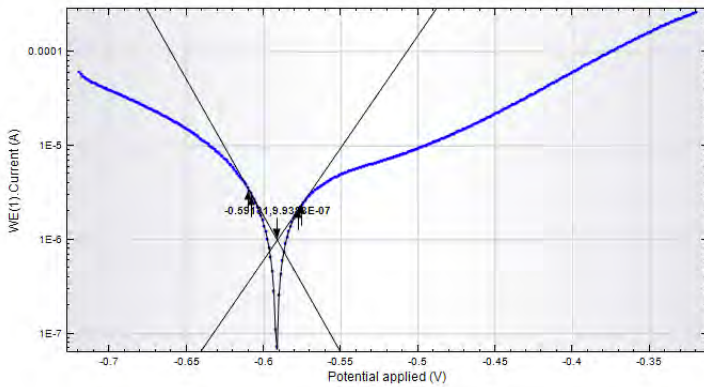
Gambar C.3.2.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 35°C (1).



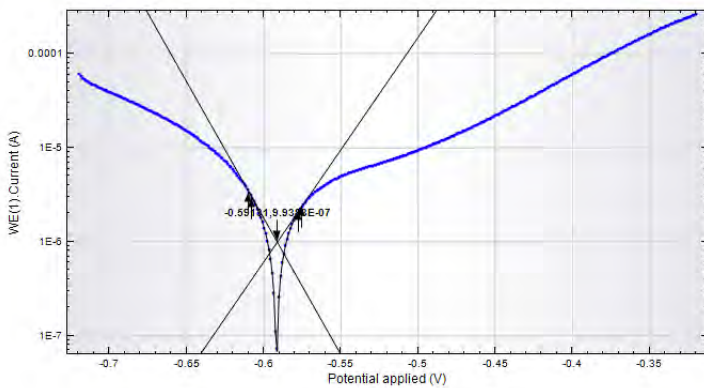
Gambar C.3.2.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 35°C (2).



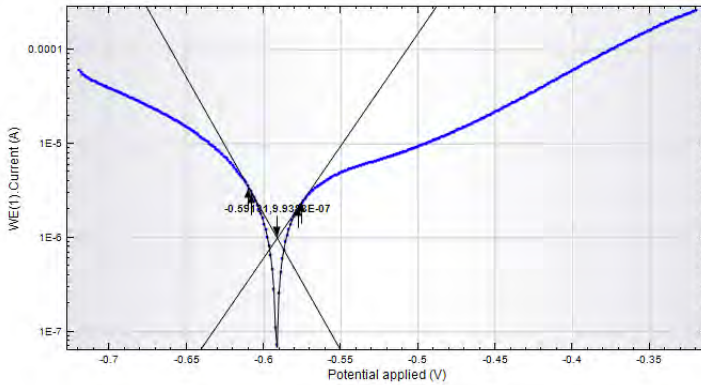
Gambar C.3.2.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 35°C (3).



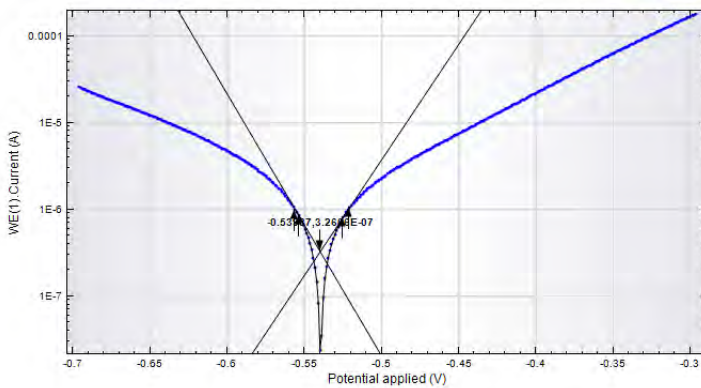
Gambar C.3.3.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 40°C (1).



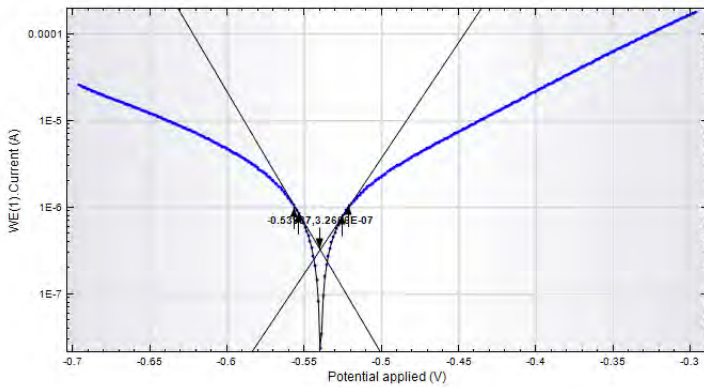
Gambar C.3.3.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 40°C (2).



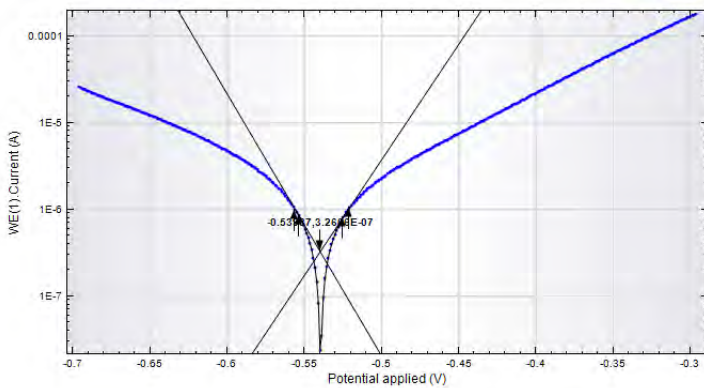
Gambar C.3.3.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 30 mg/L KI pada suhu 40°C (3).



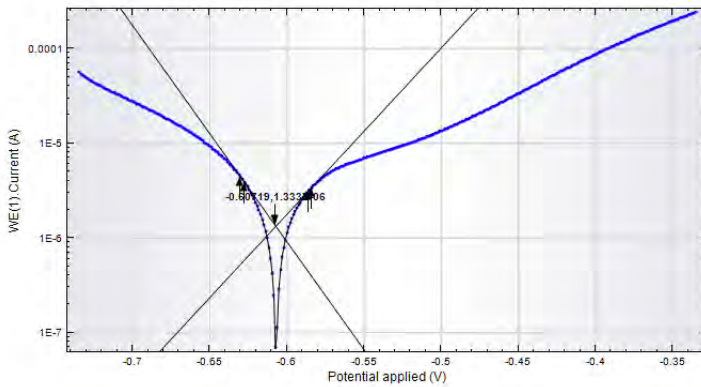
Gambar C.4.1.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 30°C (1).



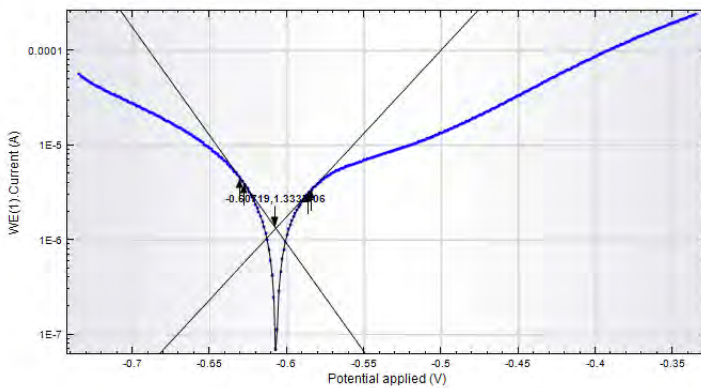
Gambar C.4.1.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 30°C (2).



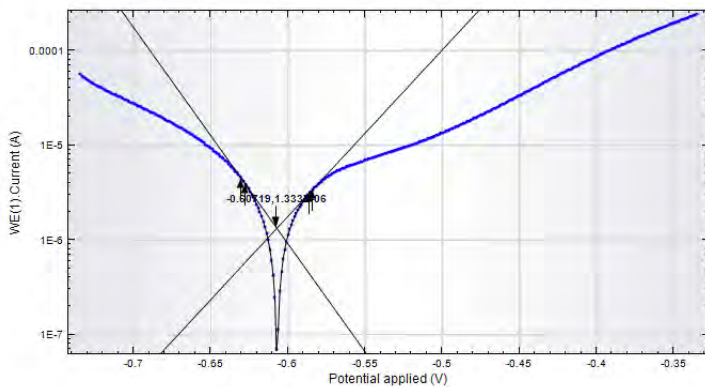
Gambar C.4.1.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 30°C (3).



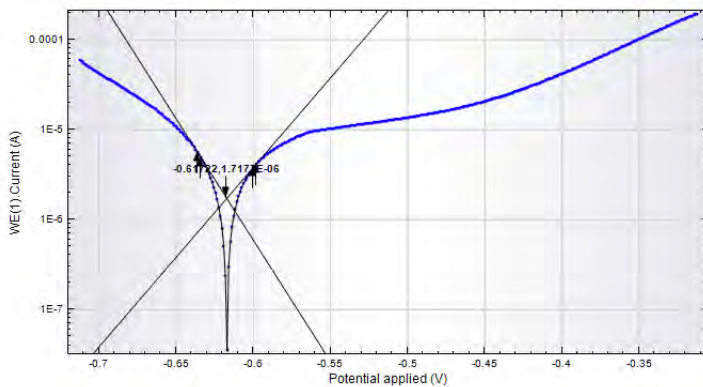
Gambar C.4.2.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 35°C (1).



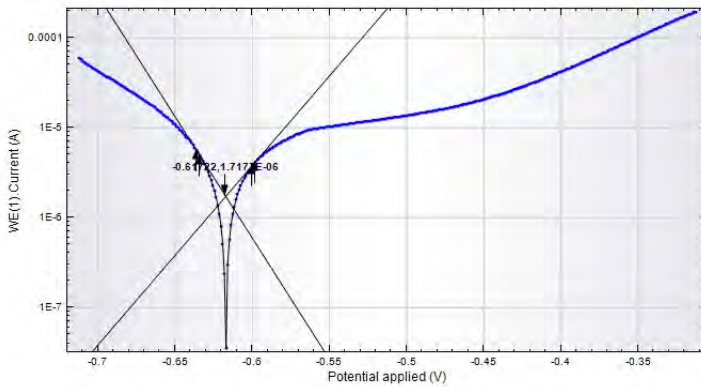
Gambar C.4.2.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 35°C (2).



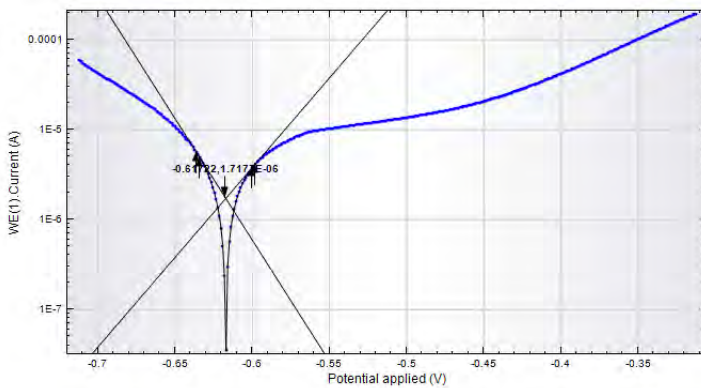
Gambar C.4.2.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 35°C (3).



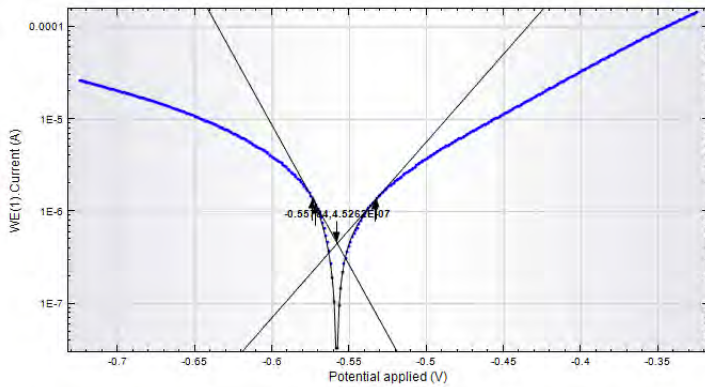
Gambar C.4.3.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 40°C (1).



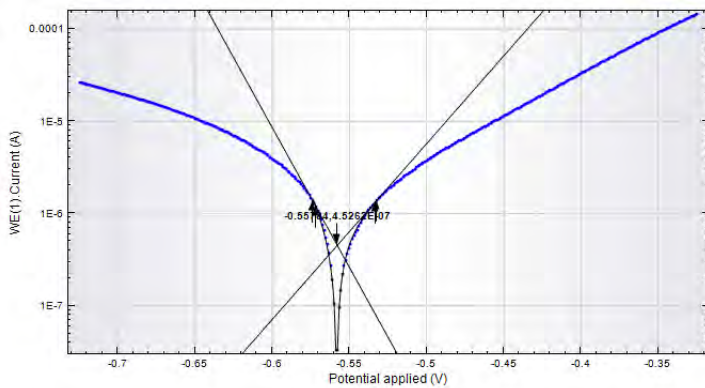
Gambar C.4.3.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 35°C (2).



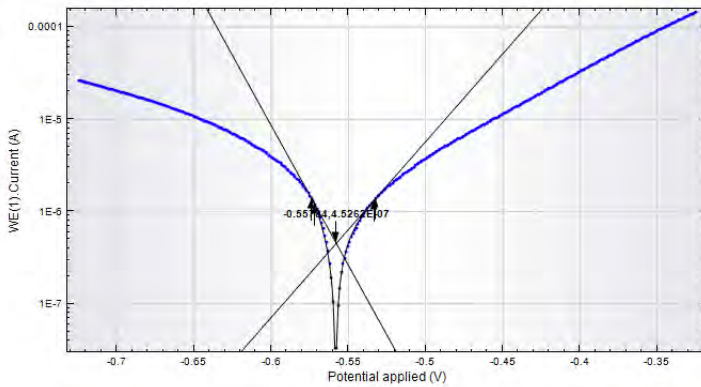
Gambar C.4.3.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 35 mg/L KI pada suhu 35°C (3).



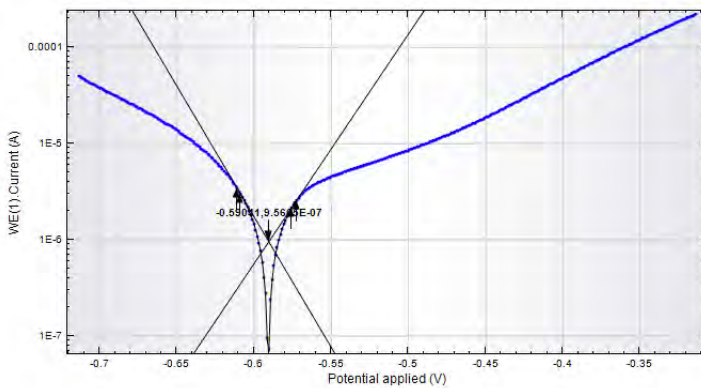
Gambar C.5.1.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 30°C (1).



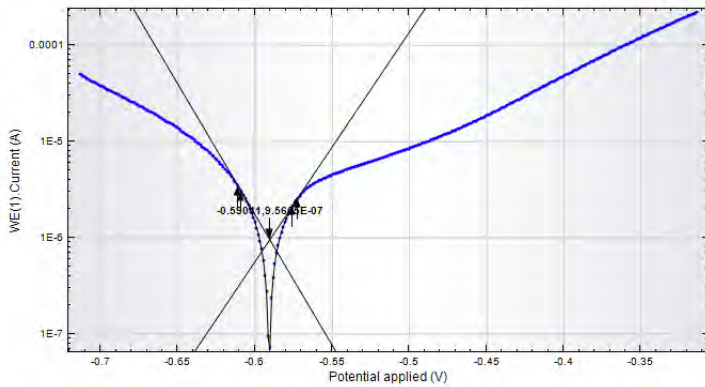
Gambar C.5.1.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 30°C (2).



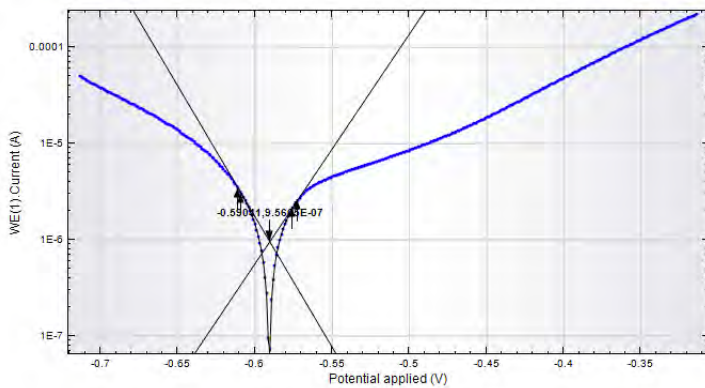
Gambar C.5.1.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 30°C (3).



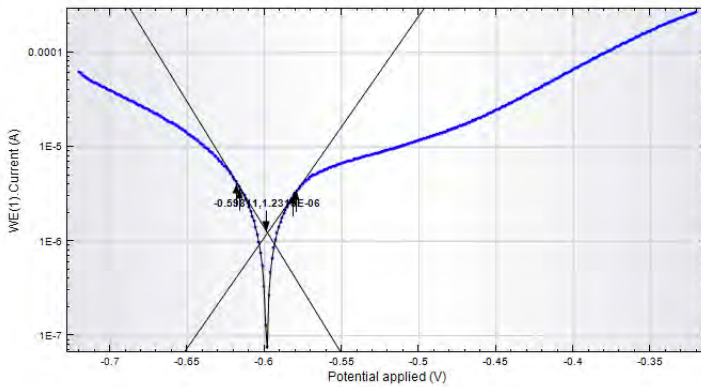
Gambar C.5.2.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 35°C (1).



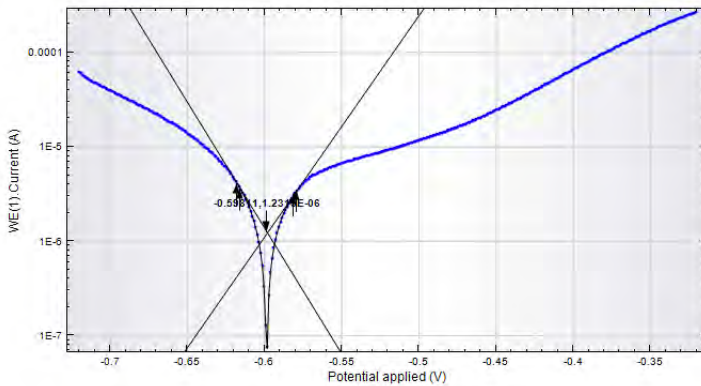
Gambar C.5.2.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 35°C (2).



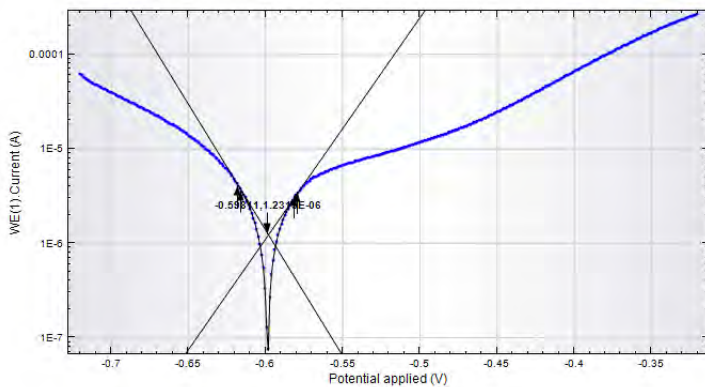
Gambar C.5.2.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 35°C (3).



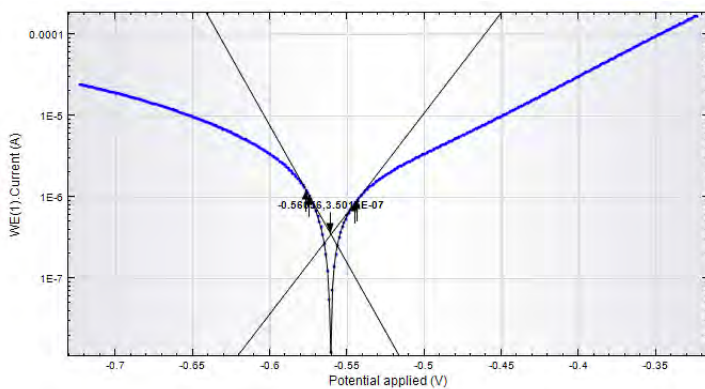
Gambar C.5.3.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 40°C (1).



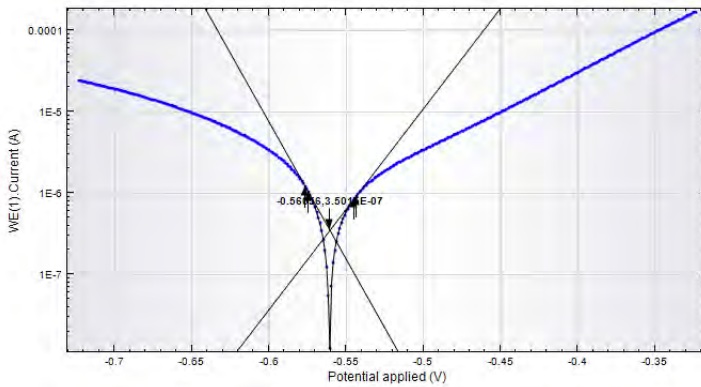
Gambar C.5.3.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 40°C (2).



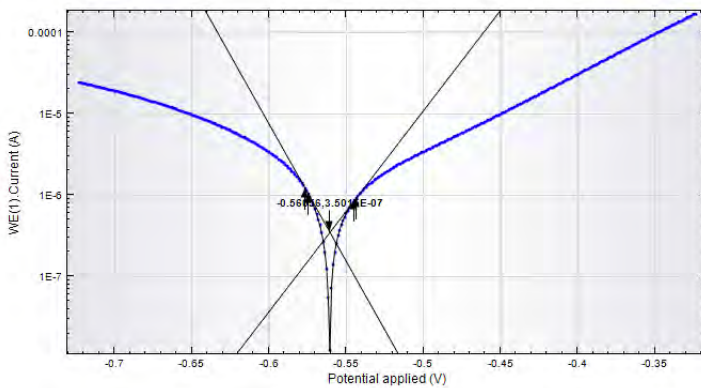
Gambar C.5.3.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 40 mg/L KI pada suhu 40°C (3).



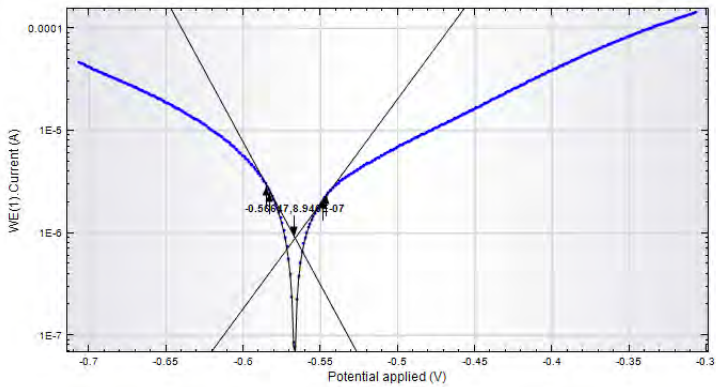
Gambar C.6.1.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 30°C (1).



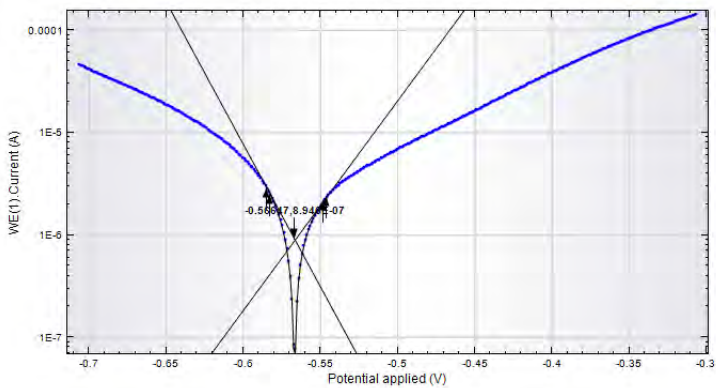
Gambar C.6.1.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 30°C (2).



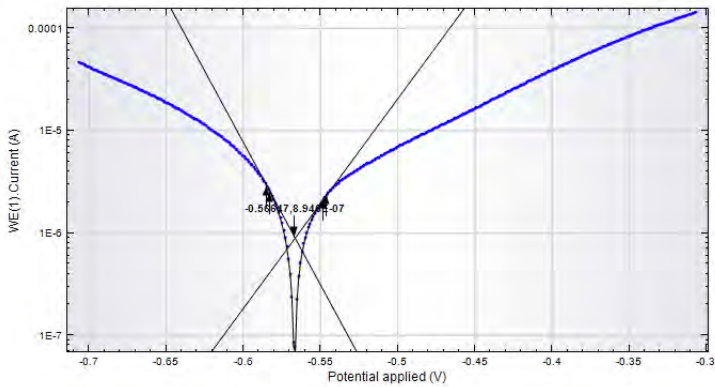
Gambar C.6.1.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 30°C (3).



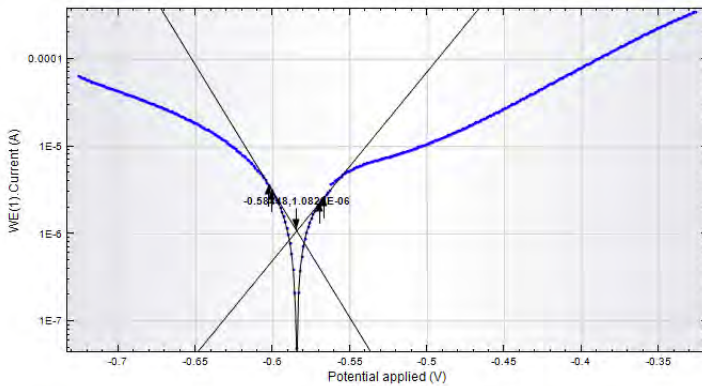
Gambar C.6.2.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 35°C (1).



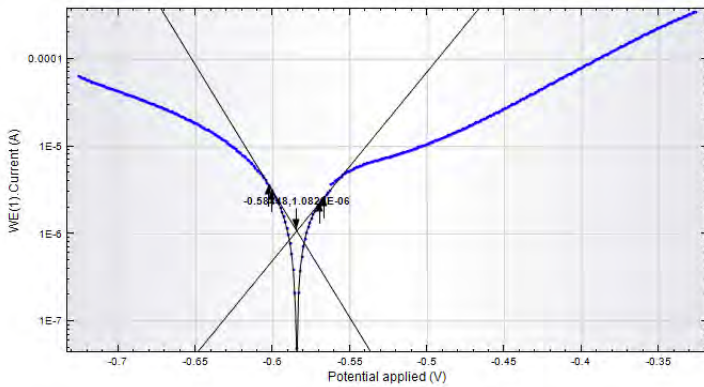
Gambar C.6.2.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 35°C (2).



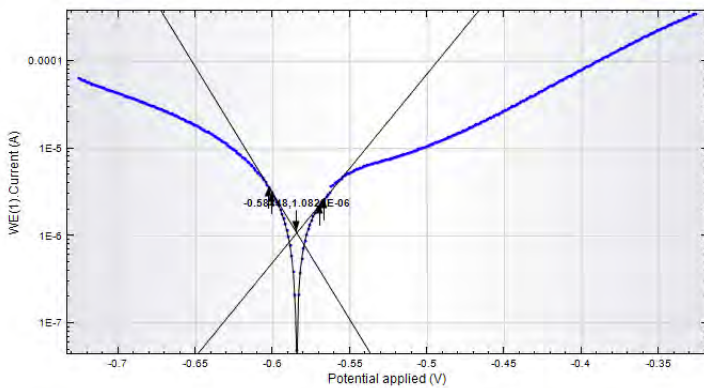
Gambar C.6.2.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 35°C (3).



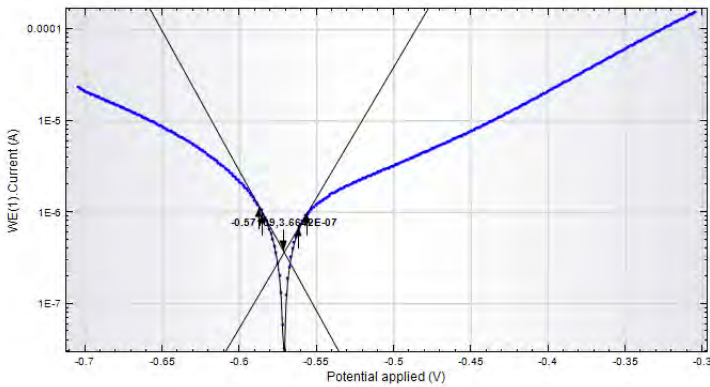
Gambar C.6.3.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 40°C (1).



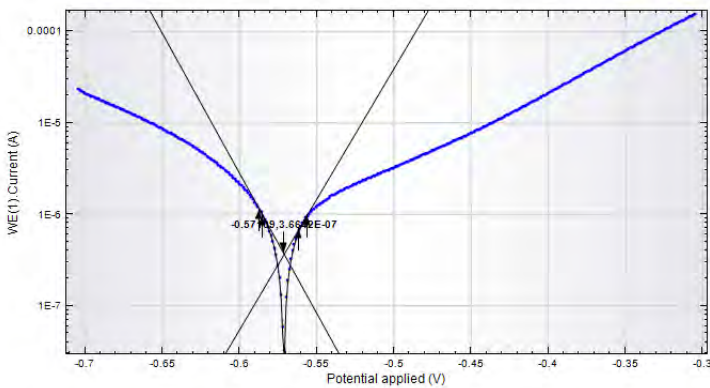
Gambar C.6.3.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 40°C (2).



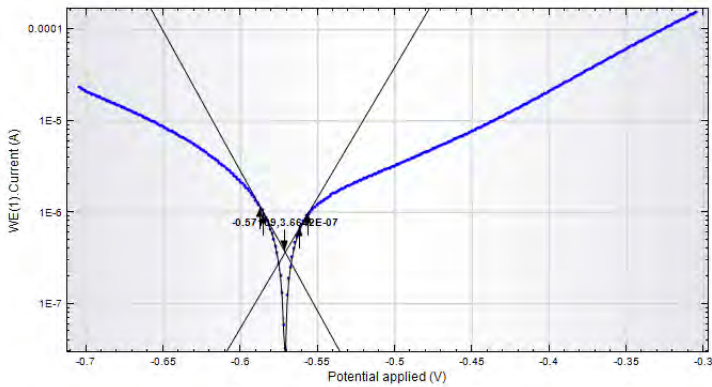
Gambar C.6.3.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 45 mg/L KI pada suhu 40°C (3).



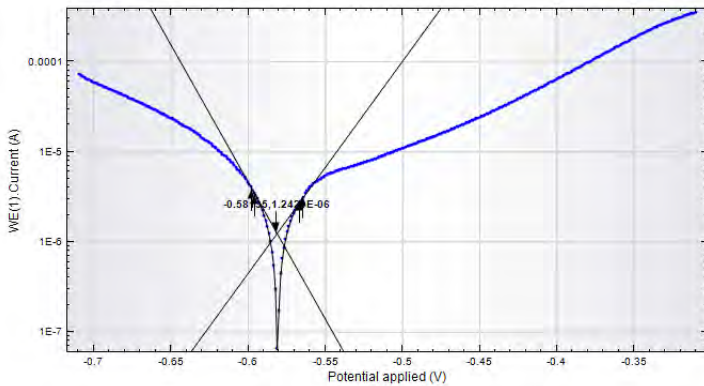
Gambar C.7.1.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 30°C (1).



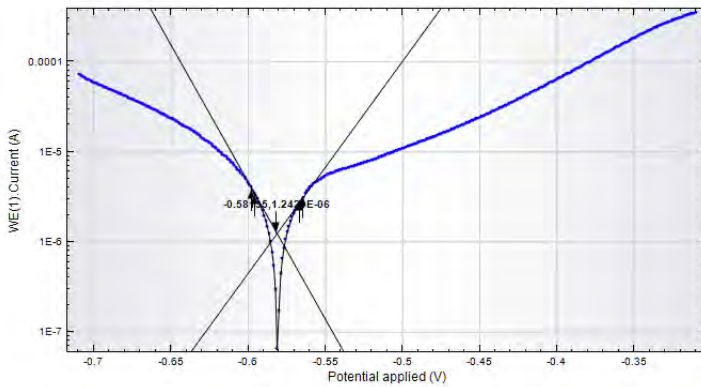
Gambar C.7.1.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 30°C (2).



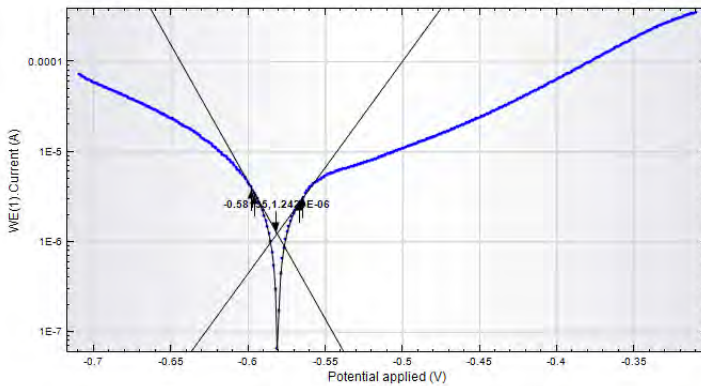
Gambar C.7.1.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 30°C (3).



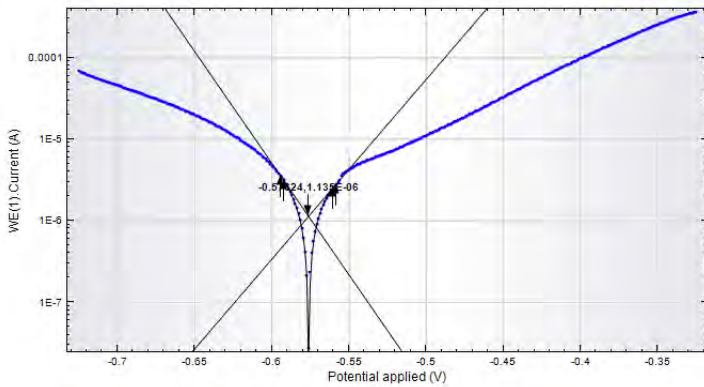
Gambar C.7.2.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 35°C (1).



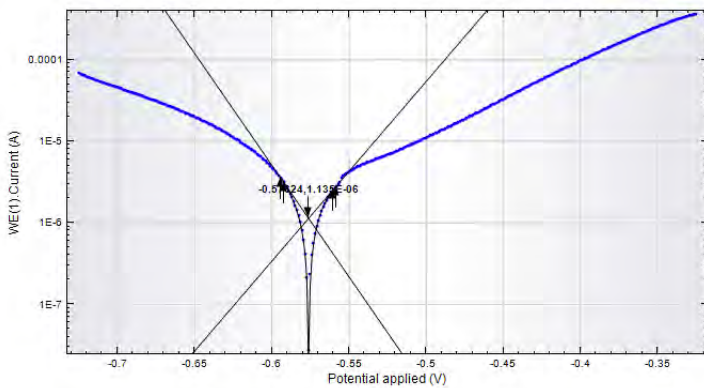
Gambar C.7.2.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 35°C (2).



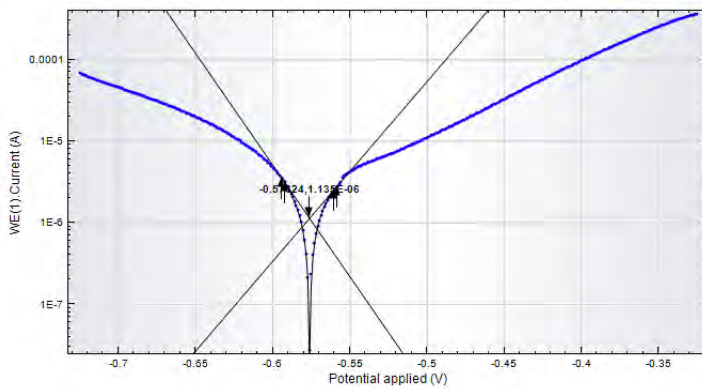
Gambar C.7.2.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 35°C (3).



Gambar C.7.3.1 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 40°C (1).



Gambar C.7.3.2 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 40°C (2).



Gambar C.7.3.3 Media korosi 2% NaCl dengan adanya 10 mg/L kitosan dan 50 mg/L KI pada suhu 40°C (3).

LAMPIRAN D

DATA POLARISASI POTENSIODINAMIK

Perhitungan persentase efisiensi inhibisi Kitosan

EI Kitosan (%)

$$\begin{aligned} &= \frac{\dot{i}\text{corr}_{\text{blanko 2\% NaCl}} - \dot{i}\text{corr}_{10 \text{ mg/L Kitosan dengan ada atau tanpanya KI}}}{\dot{i}\text{corr}_{\text{blanko 2\% NaCl}}} \times 100\% \\ &= \frac{4,6606 - 3,3723}{4,6606} \times 100\% = 27,64\% \end{aligned}$$

Perhitungan persentase efisiensi inhibisi KI

EI KI (%)

$$\begin{aligned} &= \frac{\dot{i}\text{corr}_{\text{blanko 2\% NaCl+10 mg/L Kitosan}} - \dot{i}\text{corr}_{10 \text{ mg/L Kitosan dengan adanya KI}}}{\dot{i}\text{corr}_{\text{blanko 2\% NaCl+10 mg/L Kitosan}}} \times 100\% \\ &= \frac{3,3723 - 2,2138}{3,3723} \times 100\% = 34,35\% \end{aligned}$$

Tabel D.1 Parameter korosi dari hasil polarisasi potensiodinamik

Suhu	Media Korosi	β_a (V/s)	β_a rata-rata (V/s)	β_c (V/s)	β_c rata-rata (V/s)	Ecorr (V)	Ecorr rata-rata (V)	Icorr (A/cm ²) x 10 ⁻⁶	Icorr rata-rata (A/cm ²) x 10 ⁻⁶	EI KI (%)	EI Kitosan (%)
30°C	2% NaCl	0,3304	0,2160	0,2152	0,3348	- 0,5303	-0,5494	3,18	4,66	-	0
		0,1583		0,1187		- 0,5624		5,74			
		0,1592		0,6706		- 0,5556		5,07			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,0805	0,1025	0,1736	0,2802	- 0,5407	-0,5459	3,31	3,37	0	27,64
		0,1049		0,2198		- 0,5566		3,34			
		0,1220		0,4472		- 0,5403		3,46			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1015	0,1241	0,1873	0,2139	- 0,5417	-0,5388	1,43	2,21	34,35	52,50
		0,1607		0,1908		- 0,5334		2,59			
		0,1102		0,2637		- 0,5412		2,63			

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,1022	0,0944	0,1361	0,1340	- 0,5396	-0,5459	1,45	1,60	52,52	65,64
		0,0787		0,1300		- 0,5537		1,47			
		0,1025		0,1359		- 0,5444		1,88			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,1605	0,0712	0,2723	0,1268	- 0,5732	-0,5629	0,37	0,39	88,24	91,49
		0,0227		0,0506		- 0,5589		0,38			
		0,0303		0,0575		- 0,5566		0,43			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,0570	0,1354	0,1420	0,2361	- 0,5608	-0,5667	1,10	2,03	39,73	56,39
		0,1164		0,1061		- 0,5721		2,18			
		0,2329		0,4602		- 0,5671		2,82			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,0836	0,0850	0,1018	0,1025	- 0,5954	-0,5914	2,58	2,22	34,15	52,35
		0,0862		0,1091		- 0,5834		1,86			
		0,0852		0,0966		- 0,5955		3,06			

35°C	2% NaCl	0,1417	0,1681	0,1522	0,1473	- 0,5839	-0,5825	11,7	11,75	-	0
		0,1575		0,1555		- 0,5840		11,6			
		0,2051		0,1343		- 0,5796		12,0			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1443	0,1499	0,1422	0,1586	- 0,5841	-0,5798	10,4	10,44	0	11,14
		0,1602		0,1351		- 0,5793		10,6			
		0,1452		0,1985		- 0,5760		10,4			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1147	0,1186	0,3969	0,4417	- 0,5901	-0,5939	6,51	7,00	32,98	40,45
		0,1195		0,2596		- 0,5999		7,13			
		0,1216		0,6687		- 0,5919		7,36			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0920	0,0967	0,1831	0,2062	- 0,5971	-0,6020	5,30	5,56	46,74	52,68
		0,0823		0,1577		- 0,6018		5,50			
		0,1158		0,2778		- 0,6070		5,89			

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0817	0,0967	0,1371	0,1821	- 0,5987	-0,5944	4,20	1,55	85,12	86,78
		0,1168		0,2549		- 0,5937		4,96			
		0,0916		0,1545		- 0,5908		3,75			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1199	0,1034	0,4405	0,3122	- 0,5709	-0,5848	8,82	7,15	31,56	39,19
		0,0841		0,3106		- 0,5977		6,65			
		0,1064		0,1855		- 0,5859		5,99			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1369	0,1377	0,1277	0,3494	- 0,5855	-0,5770	9,34	9,34	10,57	20,54
		0,1585		0,8133		- 0,5736		1,09			
		0,1177		0,1071		- 0,5718		7,80			
40°C	2% NaCl	0,1851	0,3106	0,1716	0,1643	- 0,5829	-0,5591	12,7	12,42	-	0
		0,3627		0,1605		- 0,5255		11,8			
		0,3839		0,1606		- 0,5687		12,7			

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1598	0,7464	0,1374	0,1346	- 0,5848	-0,5394	11,1	11,23	0	9,54
		1,2150		0,1172		- 0,5300		11,2			
		0,8646		0,1491		- 0,5035		11,3			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1782	0,1428	0,5471	0,3778	- 0,5645	-0,5657	7,26	9,29	17,35	25,23
		0,1502		0,1984		- 0,5716		1,26			
		0,0999		0,3881		- 0,5609		7,99			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,1383	0,2609	0,1918	0,4084	- 0,5239	-0,5412	4,02	7,08	37,00	43,01
		0,5085		0,1837		- 0,5206		8,47			
		0,1358		0,8498		- 0,5791		8,75			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0744	0,0821	0,1644	0,1682	- 0,5641	-0,5538	2,51	3,42	69,56	72,46
		0,0804		0,1401		- 0,5671		3,66			
		0,0916		0,2001		- 0,5301		4,08			

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,2895	0,1891	0,2359	0,6385	- 0,5371	-0,5594	8,64	9,42	16,15	24,15
		0,1415		0,9353		- 0,5609		8,09			
		0,1362		0,7442		- 0,5802		1,15			
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1494	0,1301	0,2509	0,5011	- 0,5734	-0,5822	10,9	10,35	7,80	16,59
		0,1265		0,4803		- 0,5782		96,9			
		0,1144		0,7720		- 0,5952		10,5			

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN E

DATA PENGURANGAN BERAT

Perhitungan laju korosi

$$\text{Laju korosi (mmpy)} = \frac{R \cdot \Delta W}{d \cdot A \cdot t}$$

keterangan: R = konstanta laju korosi = $8,76 \times 10^5$

ΔW = selisih massa logam rata-rata (gram)
sesuai Tabel E.1

d = densitas = 34,2687 g/mL

A = luas permukaan = 9 cm²

t = waktu = 48 jam

$$\text{Laju korosi (mmpy)} = \frac{8,76 \times 10^5 \cdot 0,0051 \text{ g}}{34,2687 \text{ g/mL} \cdot 9 \text{ cm}^2 \cdot 48 \text{ jam}} = 0,3009 \text{ mmpy}$$

Perhitungan persentase efisiensi inhibisi Kitosan

EI Kitosan (%)

$$= \frac{\Delta \bar{W}_{\text{blanko 2\% NaCl}} - \Delta \bar{W}_{10 \text{ mg/L Kitosan dengan ada atau tanpanya KI}}}{\Delta \bar{W}_{\text{blanko 2\% NaCl}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0051 - 0,0044}{0,0051} \times 100\% = 13,73\%$$

100

Perhitungan persentase efisiensi inhibisi KI

EI KI (%)

$$= \frac{\Delta \bar{W}_{\text{blanko 2\% NaCl+10 mg/L Kitosan}} - \Delta \bar{W}_{\text{10 mg/L Kitosan dengan adanya KI}}}{\Delta \bar{W}_{\text{blanko 2\% NaCl+10 mg/L Kitosan}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,0044 - 0,0037}{0,0044} \times 100 \% = 15,91\%$$

Tabel E.1 Data pengurangan berat

Suhu	Media Korosi	W0 (gram)	W1 (gram)	ΔW (gram)	$\Delta \bar{W}$ (gram)	laju korosi (mmpy)	EI KI (%)	EI Kitosan (%)
30°C	2% NaCl	1,5977	1,5926	0,0051	0,0050	0,3009	-	0
		1,5873	1,5820	0,0053				
		1,5862	1,5814	0,0048				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	1,5810	1,5765	0,0045	0,0044	0,2596	0	13,73
		1,5925	1,5881	0,0044				
		1,5974	1,5930	0,0044				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	1,5495	1,5458	0,0037	0,0037	0,2183	15,91	27,45
		1,5280	1,5244	0,0036				
		1,5372	1,5334	0,0038				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	1,5029	1,4992	0,0037	0,0036	0,2124	18,18	29,41
		1,5258	1,5222	0,0036				
		1,4585	1,4549	0,0036				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	1,5120	1,5087	0,0033	0,0034	0,2006	22,73	33,33
		1,5015	1,4979	0,0036				
		1,4935	1,4902	0,0033				

40°C	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	1,4983	1,4945	0,0038	0,0040	0,2360	9,09	21,57
		1,5077	1,5035	0,0042				
		1,5469	1,5429	0,0040				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	1,5347	1,5305	0,0042	0,0041	0,2419	6,82	19,61
		1,5755	1,5713	0,0042				
		1,5545	1,5506	0,0039				
	2% NaCl	1,5913	1,5818	0,0095	0,0097	0,5723	-	0
		1,5892	1,5791	0,0101				
		1,5862	1,5768	0,0094				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	1,5890	1,5804	0,0086	0,0084	0,4956	0	13,40
		1,5936	1,5854	0,0082				
		1,5988	1,5903	0,0085				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	1,5009	1,4937	0,0072	0,0076	0,4484	9,52	21,65
		1,5329	1,5247	0,0082				
		1,5289	1,5215	0,0074				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	1,5233	1,5166	0,0067	0,0071	0,4189	15,48	26,80
		1,5637	1,5569	0,0068				
		1,5358	1,5280	0,0078				

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	1,5013	1,4943	0,0070	0,0068	0,4012	19,05	29,90
		1,5741	1,5673	0,0068				
		1,5387	1,5322	0,0065				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	1,5027	1,4948	0,0079	0,0078	0,4602	7,14	19,59
		1,4759	1,4684	0,0075				
		1,5408	1,5329	0,0079				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	1,5254	1,5179	0,0075	0,0081	0,4779	3,57	16,49
		1,5329	1,5239	0,0090				
		1,4671	1,4592	0,0079				
50°C	2% NaCl	1,5376	1,5256	0,0120	0,0113	0,6667	-	0
		1,5892	1,5780	0,0112				
		1,5912	1,5804	0,0108				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	1,5976	1,5876	0,0100	0,0101	0,5959	0	10,62
		1,5969	1,5867	0,0102				
		1,5959	1,5858	0,0101				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	1,5909	1,5821	0,0088	0,0092	0,5428	8,91	18,58
		1,6327	1,6231	0,0096				
		1,5790	1,5699	0,0091				

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	1,6098	1,6008	0,0090	0,0089	0,5251	11,88	21,24
		1,6060	1,5975	0,0085				
		1,5752	1,5661	0,0091				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	1,6078	1,5993	0,0085	0,0084	0,4956	16,83	25,66
		1,5700	1,5614	0,0086				
		1,6098	1,6016	0,0082				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	1,5479	1,5373	0,0106	0,0096	0,5664	4,95	15,04
		1,6512	1,6422	0,0090				
		1,6111	1,6020	0,0091				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	1,6243	1,6145	0,0098	0,0099	0,5841	1,98	12,39
		1,5824	1,5721	0,0103				
		1,5852	1,5755	0,0097				
60°C	2% NaCl	1,5927	1,5808	0,0119	0,0119	0,7021	-	0
		1,5812	1,5695	0,0117				
		1,5964	1,5844	0,0120				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	1,5988	1,5879	0,0109	0,0112	0,6608	0	5,88
		1,5844	1,5732	0,0112				
		1,5838	1,5724	0,0114				

	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	1,5848	1,5738	0,0110	0,0109	0,6431	2,68	8,40
		1,5949	1,5842	0,0107				
		1,6014	1,5905	0,0109				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	1,5912	1,5808	0,0104	0,0105	0,6195	6,25	11,76
		1,5954	1,5852	0,0102				
		1,5992	1,5883	0,0109				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	1,5720	1,5619	0,0101	0,0099	0,5841	11,61	16,81
		1,5855	1,5757	0,0098				
		1,5854	1,5757	0,0097				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	1,5970	1,5864	0,0106	0,0108	0,6372	3,57	9,24
		1,5691	1,5584	0,0107				
		1,5554	1,5443	0,0111				
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	1,5981	1,5870	0,0111	0,0110	0,6490	1,79	7,56
		1,5990	1,5873	0,0117				
		1,5942	1,5839	0,0103				

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Febryan Amir Tarisa lahir di Denpasar pada tanggal 17 Pebruari 1993 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami istri Rudi Ishak dan Sri Wahyuni. Penulis kini bertempat tinggal di Denpasar, Bali. Setelah menempuh pendidikan formal di TK Kartika, SDN 2 Sumbawa Besar, SMPN 1 Sumbawa Besar, dan SMAN 1 Sumbawa Besar, penulis melanjutkan pendidikan di

Program Studi S1 Kimia FMIPA ITS Surabaya tahun 2011. Penulis semasa kuliah juga aktif berorganisasi dalam Himpunan Mahasiswa Kimia selama dua periode dan memiliki prestasi akademik menjadi perwakilan ITS pada ONMIPA tahun 2014 tingkat regional.

Dengan ketekunan dan motivasi tinggi untuk terus belajar, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Semoga dengan penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat pada masyarakat.

PENGARUH SUHU TERHADAP INHIBISI KITOSAN PADA KOROSI *TINPLATE* DALAM LARUTAN GARAM BERYODIUM

Febryan Amir Tarisa dan Harmami

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: harmami@chem.its.ac.id

Abstrak— Pengaruh suhu terhadap inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dalam larutan garam beryodium telah diteliti dengan menggunakan metode polarisasi potensiodinamik. Penelitian ini dilakukan menggunakan media larutan 2% NaCl + 10 mg/L Kitosan sebagai inhibitor dengan variasi konsentrasi KI dan variasi suhu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan meningkat dengan adanya penambahan KI pada larutan media korosi pada kondisi suhu yang sama. Efisiensi inhibisi kitosan menurun dengan adanya peningkatan suhu pada larutan media korosi yang sama. Hasil metode polarisasi potensiodinamik menunjukkan efisiensi inhibisi kitosan dapat meningkat hingga 91,49% pada suhu 30°C dalam larutan media korosi dengan adanya 40 mg/L KI.

Kata Kunci—Inhibisi korosi, *Tinplate*, KI, Kitosan

I. PENDAHULUAN

Tinplate pada umumnya digunakan sebagai pengemas makanan dan minuman karena permukaannya mengkilap, bahannya kuat, dan murah [1]. Akan tetapi, *tinplate* dapat terkorosi yang diakibatkan adanya interaksi antara makanan yang dikemas dan dinding bagian dalam *tinplate*. Ion logam dari hasil korosi dapat menurunkan kualitas dan mengkontaminasi makanan yang dikemasnya [2]. Korosi pada dinding bagian dalam *tinplate* dapat dikendalikan dengan salah satu cara, yaitu menambahkan inhibitor pada lingkungan korosi. Penggunaan kitosan sebagai inhibitor korosi pernah diteliti sebelumnya. Kitosan merupakan senyawa organik merupakan turunan dari polimer kitin. Kitosan dapat ditemukan pada limbah produksi pabrik udang [3]. Hasil penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa efisiensi inhibisi kitosan optimum sebesar 93,73% pada suhu 30°C dalam 3% NaCl dengan konsentrasi 10 mg/L Kitosan dan efisiensi inhibisi tersebut menurun dengan adanya peningkatan suhu [4]. Garam konsumsi yang digunakan pada makanan dalam kaleng umumnya mengandung yodium. Kandungan yodium yang dapat ditoleransi pada makanan, yaitu 30-80 mg/L [5]. Yodium tersebut dapat bersinergi dengan inhibitor dan mempengaruhi proses korosi pada *tinplate* [6]. Akan tetapi, singersitas yodium dan inhibitor dapat berkurang dengan adanya pemanasan. Oleh karena itu, perlu adanya kajian tentang pengaruh suhu terhadap efisiensi inhibisi kitosan dalam

menghambat korosi pada *tinplate* dengan dan tanpa adanya yodium.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Preparasi Spesimen *Tinplate*

Permukaan *tinplate* yang sudah halus, dicuci dengan aquades kemudian dicuci dengan aseton, lalu dikeringkan. Spesimen dipotong dengan dimensi 4x1 cm², kemudian dilapisi dengan lem epoksi hingga bagian spesimen yang tidak terkena lem tersisa 1x1 cm².

B. Pembuatan Media Korosi

Media korosi 2% NaCl dibuat dengan cara menimbang sebanyak 20 gram NaCl p.a, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L kemudian diencerkan dengan aqua DM hingga tanda batas. Pembuatan media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dilakukan dengan cara kitosan *food grade* ditimbang sebanyak 1 gram, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 3% asam asetat hingga tanda batas. Larutan tersebut diambil sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 1 L, dan ditambahkan 2% NaCl hingga tanda batas. Kemudian, pembuatan media korosi dengan variasi penambahan KI dilakukan dengan cara KI sebanyak (7,50; 8,75; 10,00; 11,25; dan 12,50) mg masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, kemudian ditambahkan 2% NaCl dengan kandungan 10 mg/L kitosan hingga tanda batas.

C. Metode Polarisasi Potensiodinamik

Metode polarisasi potensiodinamik bertujuan untuk mengetahui arus korosi, potensial korosi, konstanta Tafel katoda dan anoda. Metode ini dilakukan dengan menggunakan alat Metrohm tipe AUT84948 dengan 3 elektroda. Elektroda acuan adalah *Saturated Calomel Electrode* (SCE), elektroda bantu berupa platina, dan elektroda kerja adalah spesimen *tinplate*. Ketiga elektroda tersebut dirangkai menjadi suatu sel dengan media korosi baik tanpa penambahan KI atau dengan penambahan KI pada variasi suhu 30°C, 35°C, dan 40°C. Rangkaian sel tersebut dihubungkan dengan potensiostat dan komputer untuk dapat membaca dan memperoleh data. Pengukuran polarisasi dilakukan dengan *scanrate* 1 mV/s dengan *scanning* dari -200 mV hingga 200 mV. Efisiensi inhibitor dapat ditentukan dengan perhitungan melalui persamaan sebagai berikut:

$$EI = \frac{i_0 - i_1}{i_0} \times 100\%$$

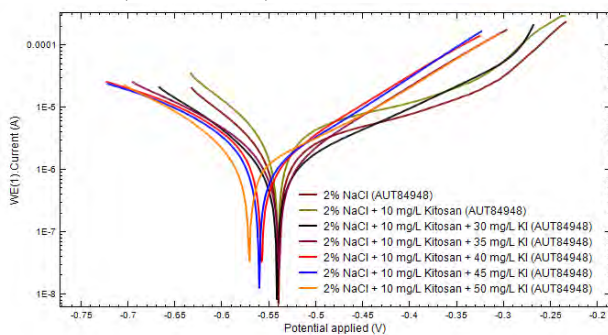
dengan i_0 merupakan densitas arus korosi tanpa inhibitor dan i_i merupakan densitas arus korosi dengan inhibitor [7].

III. HASIL DAN DISKUSI

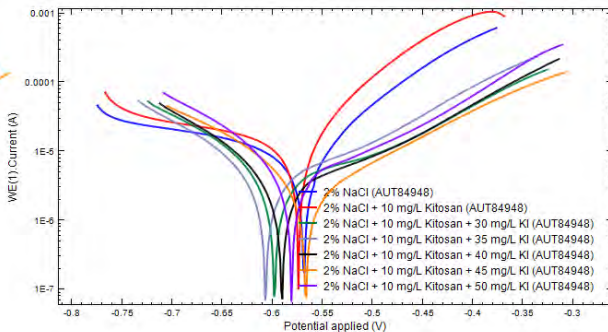
A. Metode Polarisasi Potensiiodinamik

Metode polarisasi potensiiodinamik merupakan salah satu metode untuk mengetahui parameter korosi yang terjadi pada suatu logam dengan menggunakan alat potensiostat. Data yang didapatkan pada metode ini berupa kurva polarisasi. Kurva polarisasi tersebut kemudian diolah dengan menggunakan ekstrapolasi Tafel untuk mengetahui parameter korosi yang terukur pada korosi logam yang dianalisa.

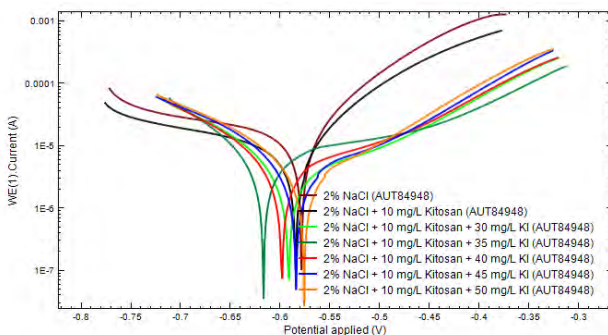
Kurva polarisasi yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiiodinamik ditunjukkan pada Gambar 3.1, Gambar 3.2, dan Gambar 3.3.



Gambar 3.1 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 30°C.



Gambar 3.2 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 35°C.



Gambar 3.3 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 40°C.

Parameter korosi pada *tinplate* dapat diketahui melalui pengolahan kurva polarisasi menggunakan ekstrapolasi Tafel. Parameter korosi yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan polarisasi potesiodinamik ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Parameter korosi tinplate dari pengukuran polarisasi potensiiodinamik.

Suhu	Media Korosi	β_a (V/s)	β_c (V/s)	E_{corr} (V)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)
30°C	2% NaCl	0,2160	0,3348	-0,5494	4,6606
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1025	0,2802	-0,5459	3,3723
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1241	0,2139	-0,5388	2,2138
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0944	0,1340	-0,5459	1,6012
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0712	0,1268	-0,5629	0,3967
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1354	0,2361	-0,5667	2,0324
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,0850	0,1025	-0,5914	2,2206
35°C	2% NaCl	0,1681	0,1473	-0,5825	11,7583
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1499	0,1586	-0,5798	10,4480
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1186	0,4417	-0,5939	7,0018
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0967	0,2062	-0,6020	5,5642
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0967	0,1821	-0,5944	1,5548
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1034	0,3122	-0,5848	7,1503
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1377	0,3494	-0,5770	9,3436
40°C	2% NaCl	0,0688	0,1643	-0,5591	12,4203
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,7464	0,1346	-0,5394	11,2360
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1428	0,3778	-0,5657	9,2862
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,2609	0,4084	-0,5412	7,0789
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0821	0,1682	-0,5538	3,4204
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1891	0,6385	-0,5594	9,4213
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1301	0,5011	-0,5822	10,3593

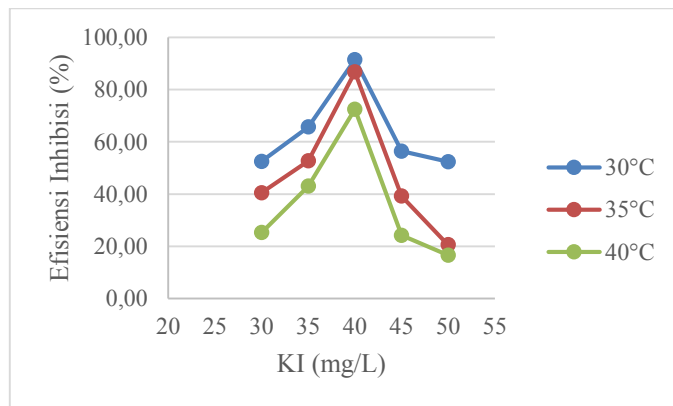
Berdasarkan nilai densitas arus korosi dari hasil pengukuran polarisasi potensiiodinamik maka dapat ditentukan nilai efisiensi inhibisi kitosan sebagai inhibitor pada korosi *tinplate*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Efisien inhibisi kitosan pada kondisi suhu yang sama mengalami peningkatan dengan adanya penambahan kitosan dan KI dalam media korosi. Efisiensi inhibisi kitosan pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan memiliki nilai sebesar 27,64%, sedangkan efisiensi inhibisi kitosan hingga mencapai 91,94% dengan adanya penambahan 40 mg/L KI dalam media korosi. Efisiensi inhibisi kitosan tersebut menurun hingga mencapai 52,35% dengan adanya penambahan

Tabel 3.2 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodynamik.

Media Korosi	EI (%)		
	30°C	35°C	40°C
2% NaCl	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	27,64	10,70	9,54
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	52,50	40,45	25,23
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	65,64	52,68	43,01
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	91,49	86,78	72,46
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	56,39	39,19	24,15
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	52,35	20,54	16,59

KI sebesar 50 mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan dipengaruhi oleh adanya KI dalam media korosi yang disebabkan ion iodida dapat memberikan efek sinergisitas pada kitosan dalam menghambat korosi pada *tinplate*. Ion iodida dapat meningkatkan efisiensi inhibisi dari inhibitor pada korosi logam karena ion iodida teradsorpsi dan membentuk lapisan muatan negatif pada permukaan logam sehingga kitosan yang terprotonasi lebih mudah membentuk lapisan pelindung [6]. Hubungan antara efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* terhadap perubahan penambahan konsentrasi KI dalam larutan media korosi dengan variasi suhu ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Plot efisiensi inhibisi Kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiodynamik.

Peningkatan suhu dapat menyebabkan efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* menurun dalam media korosi yang sama. Efisiensi inhibisi kitosan pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan 40 mg/L KI sebesar 27,64% dan mengalami penurunan hingga mencapai 9,54% pada suhu 40°C. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan optimum pada suhu 30°C [4]. Hal ini

menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* dapat dipengaruhi dengan adanya peningkatan suhu. Efisiensi inhibisi kitosan menurun seiring dengan meningkatnya suhu media korosi dapat disebabkan meningkatnya laju reaksi korosi sehingga mempengaruhi kestabilan lapisan film yang dibentuk oleh kitosan. Efisiensi inhibisi kitosan menurun pada suhu yang tinggi karena meningkatnya spontanitas reaksi korosi sehingga menurunkan kestabilan kitosan untuk membentuk lapisan film [9].

Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* dari hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodynamik, ditunjukkan seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Efisiensi inhibisi KI pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodynamik.

Media Korosi	EI (%)		
	30°C	35°C	40°C
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	34,35	33,32	17,35
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	52,52	47,01	37,00
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	88,24	85,19	69,56
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	39,73	31,90	16,15
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	34,15	11,01	7,80

Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* terjadi peningkatan persentase dengan adanya penambahan KI dalam media korosi dengan perlakuan suhu yang sama. Efisiensi inhibisi KI pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan adanya 30 mg/L KI memiliki nilai sebesar 34,35% dan meningkat hingga mencapai 88,24% dengan adanya penambahan 40 mg/L KI dalam media korosi. Akan tetapi, efisiensi inhibisi KI menurun hingga mencapai 34,15% dengan adanya penambahan 50 mg/L KI dalam media korosi. Hal ini dapat menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi KI optimum pada konsentrasi 40 mg/L KI dalam media korosi dengan perlakuan suhu yang sama. Ion iodida (I⁻) dapat bersinergi dengan inhibitor dan menstimulasi adsorpsi inhibitor pada permukaan logam sehingga membentuk lapisan film pelindung yang lebih kuat terhadap korosi logam [10].

Efisiensi inhibisi KI pada korosi *tinplate* juga dipengaruhi dengan adanya peningkatan suhu. Efisiensi inhibisi KI pada suhu 30°C dalam media korosi 2% NaCl + 10 mg/L kitosan dengan adanya 40 mg/L KI sebesar 88,24%, tetapi mengalami penurunan hingga mencapai 69,56% pada suhu 40°C. Penurunan efisiensi inhibisi KI tersebut juga ditunjukkan pada media korosi yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi KI berkurang dengan adanya peningkatan suhu pada media korosi yang sama disebabkan adanya peningkatan spontanitas reaksi korosi sehingga meningkatkan

densitas arus korosi logam yang dapat mengganggu kestabilan adsorpsi inhibitor pada permukaan logam yang terkorosi [11].

IV. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan pada korosi *tinplate* menurun dengan adanya peningkatan suhu media korosi dan meningkat dengan adanya penambahan KI dalam media korosi. Hasil pengukuran dengan metode polarisasi potenciodinamik menunjukkan bahwa efisiensi inhibisi kitosan meningkat hingga sebesar 91,49% dan efisiensi inhibisi KI meningkat hingga sebesar 88,24% dalam media korosi dengan adanya 40 mg/L KI pada suhu 30°C. Nilai efisiensi inhibisi kitosan dan KI tidak mengalami peningkatan dengan adanya peningkatan suhu media korosi dan penambahan KI lebih besar dari 40 mg/L dalam media korosi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Winarno, & Fardiaz, G. (1995). *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- [2] Deman, J. M. (1997). *Kimia Makanan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [3] Wardaniati, R., & Setyaningsih, S. (2009). *Pembuatan Chitosan dari Kulit Udang dan Aplikasinya Untuk Pengawetan Bakso*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [4] Lutfiana. (2014). *Pengaruh Suhu Media NaCl 3% Pada Korosi Tinplate Dengan Adanya Inhibitor Kitosan*. Surabaya: Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] SNI. (2000). *Garam Konsumsi Beryodium SNI 01-3556-2000*. Indonesia: Badan Standarisasi Nasional.
- [6] Qian, B., Wang, J., Zheng, M., & Hou, B. (2013). Synergistic effect of polyaspartic acid and iodide ion on corrosion inhibition of mild steel in H₂SO₄. *Corrosion Science*, 184-192
- [7] Fahrurrozie, A., Sunarya, Y., & Mudzakir, A. (2010). *Efisiensi Inhibisi Cairan Ionik Turunan Imidazolin Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon Dalam Larutan Elektrolit Jenuh Karbon Dioksida*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [8] Umoren, S. A., Mauro, J. B., Teodoro, A. G., Claudio, A. G., & Maria, V. M. (2013). Inhibitor of Mild Steel Corrosion in HCl Solution Using Chitosan. *Cellulose*, 25-29.
- [9] Khamis, A., Saleh, M., & Awad, M. (2012). Synergistic inhibitor effect of cetylpyridinium chloride and other halides on the corrosion of mild steel in 0.5 M H₂SO₄. *Corrosion Science*, 343-349.
- [10] Rahiman, A. F., & Sethumanickam, S. (2014). Corrosion inhibition, adsorption and thermodynamic properties of poly(vinyl alcohol-cysteine) in molar HCl. *Arabian Journal of Chemistry*, In Press.



Pengaruh Suhu terhadap Inhibisi Kitosan pada Korosi *Tinplate* dalam Larutan Garam Beryodium

Nama : Febryan Amir Tarisa

NRP : 1411100106

Pembimbing : Dra. Harmami, M.S

- A. LATAR BELAKANG
- B. METODOLOGI PENELITIAN
- C. HASIL DAN PEMBAHASAN
- D. KESIMPULAN

A. LATAR BELAKANG

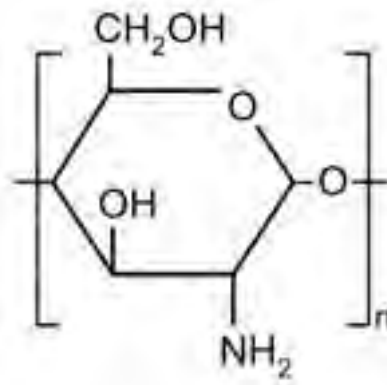
TINPLATE



KOROSI



Yodium (I)



INHIBITOR
KITOSAN

PERMASALAHAN



PEMANASAN



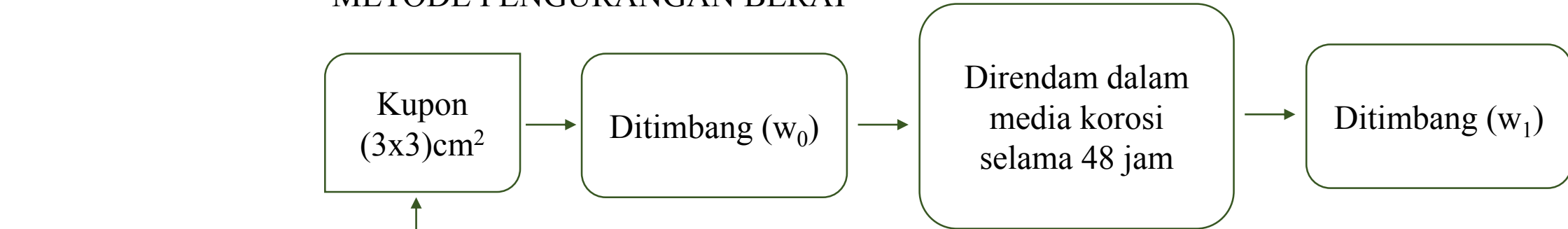
Kadar I^-



EFISIENSI INHIBISI
KITOSAN?

B. METODE PENELITIAN

METODE PENGURANGAN BERAT



METODE POLARISASI POTENSIDINAMIK

β_a , β_c , E_{corr} , dan i_{corr}

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. METODE PENGURANGAN BERAT

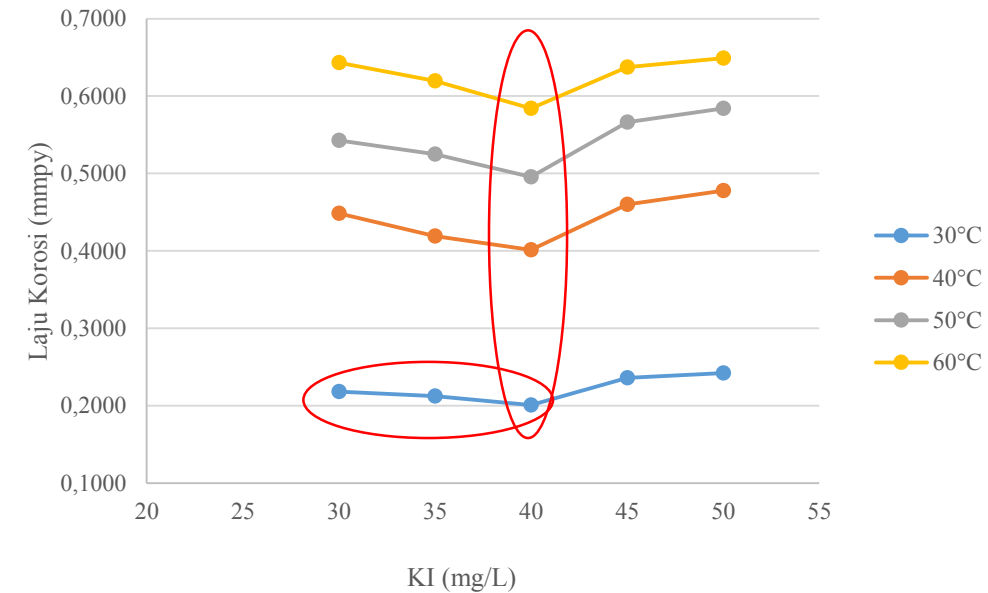
Tabel 4.1 Selisih massa logam pada metode pengurangan berat.

Media Korosi	Δm (gram)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl	0,0051	0,0097	0,0113	0,0119
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,0044	0,0084	0,0101	0,0112
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,0037	0,0076	0,0092	0,0109
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0036	0,0071	0,0089	0,0105
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0034	0,0068	0,0084	0,0099
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,0040	0,0078	0,0096	0,0108
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,0041	0,0081	0,0099	0,0110

1. METODE PENGURANGAN BERAT

Tabel 4.2 Laju korosi tinsplate pada metode pengurangan berat.

Media Korosi	Laju Korosi (mmpy)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl	0,3009	0,5723	0,6667	0,7021
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,2596	0,4956	0,5959	0,6608
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,2183	0,4484	0,5428	0,6431
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,2124	0,4189	0,5251	0,6195
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,2006	0,4012	0,4956	0,5841
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,2360	0,4602	0,5664	0,6372
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,2419	0,4779	0,5841	0,6490

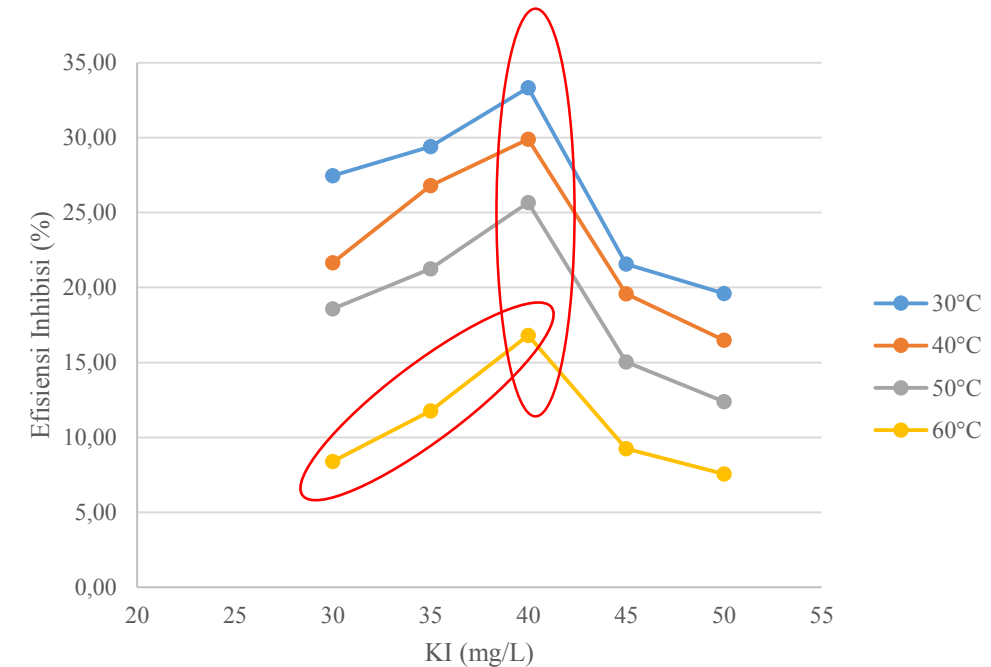


Gambar 4.1 Plot laju korosi terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi dari hasil metode pengurangan berat.

1. METODE PENGURANGAN BERAT

Tabel 4.3 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode pengurangan berat.

Media Korosi	EI (%)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl	0	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	13,73	13,40	10,62	5,88
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	27,45	21,65	18,58	8,40
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	29,41	26,80	21,24	11,76
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	33,33	29,90	25,66	16,81
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	21,57	19,59	15,04	9,24
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	19,61	16,49	12,39	7,56

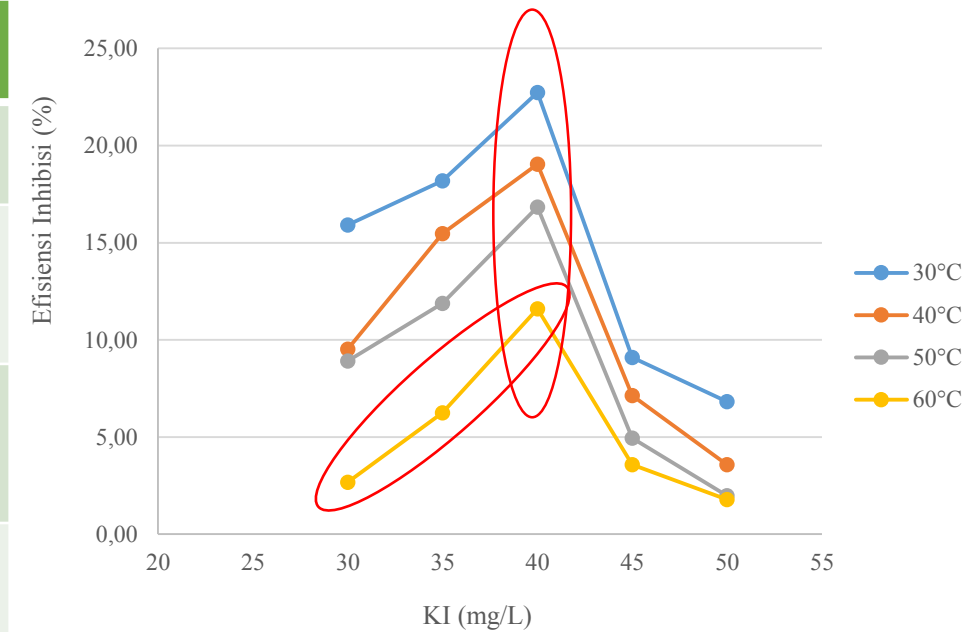


Gambar 4.2 Plot efisiensi inhibisi kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu dari hasil metode pengurangan berat.

1. METODE PENGURANGAN BERAT

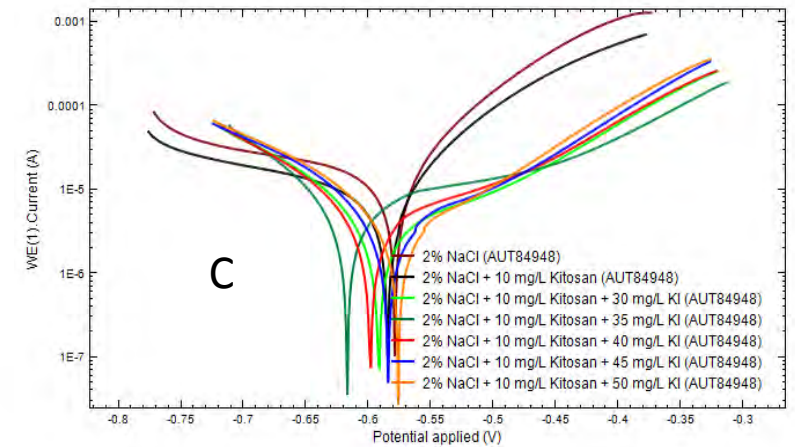
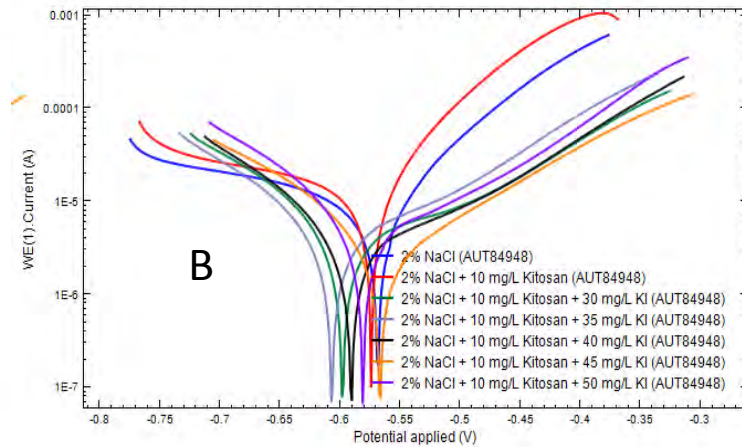
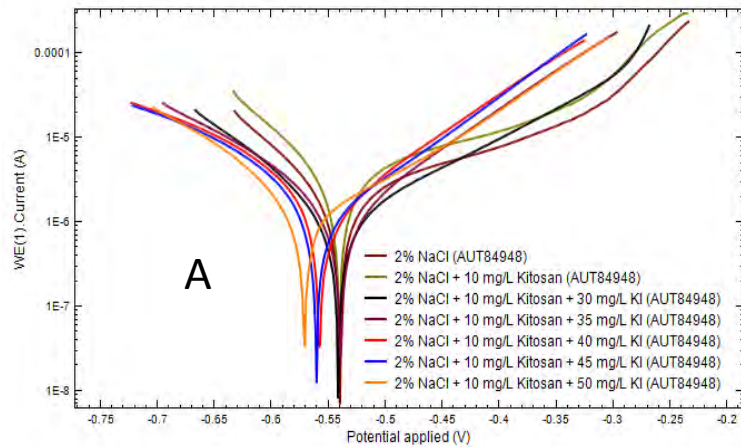
Tabel 4.4 Efisiensi KI pada korosi tinplate pada metode pengurangan berat.

Media Korosi	EI (%)			
	30°C	40°C	50°C	60°C
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	15,91	9,52	8,91	2,68
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	18,18	15,48	11,88	6,25
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	22,73	19,05	16,83	11,61
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	9,09	7,14	4,95	3,57
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	6,82	3,57	1,98	1,79

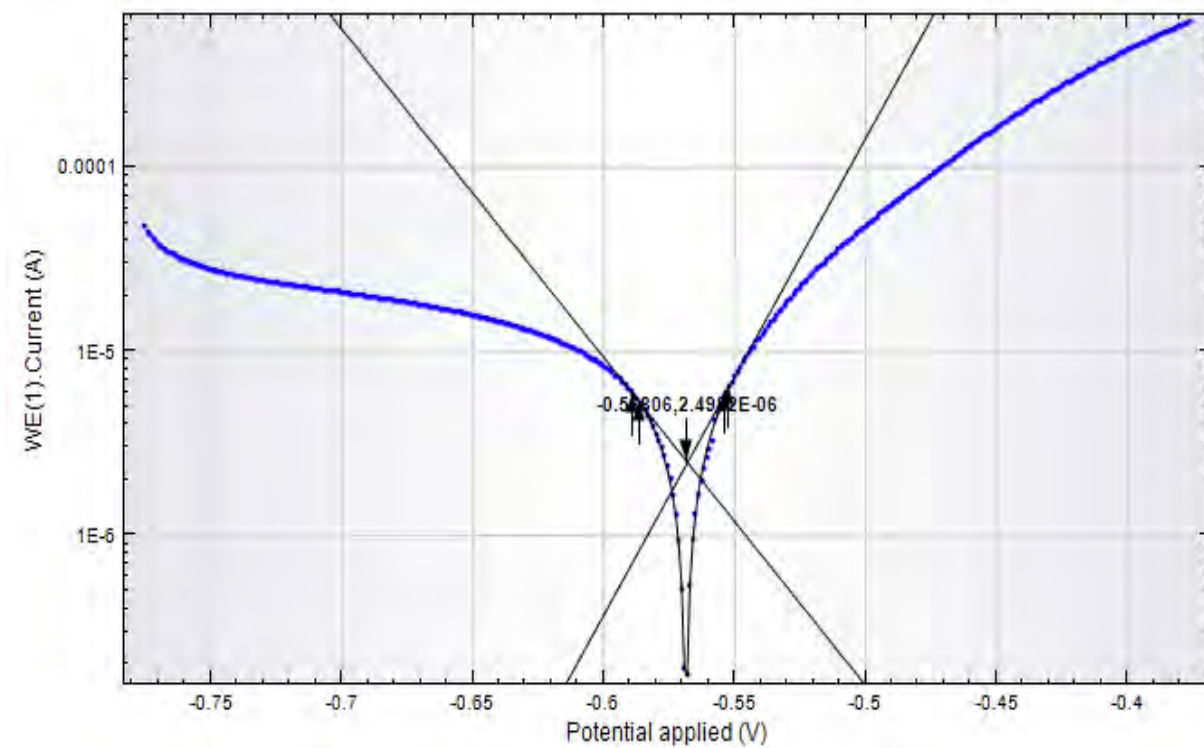


Gambar 4.3 Plot efisiensi inhibisi KI terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu dari hasil metode pengurangan berat.

2. METODE POLARISASI POTENSIODINAMIK



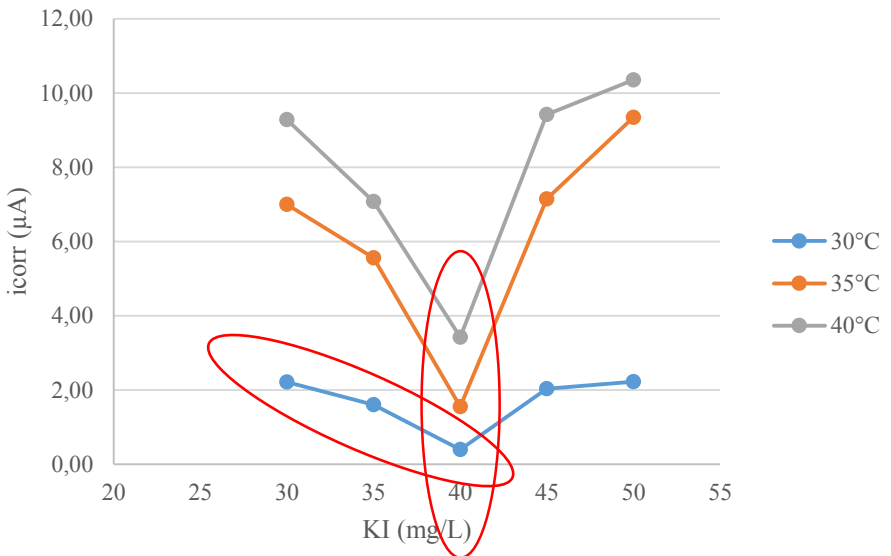
Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 Kurva polarisasi tinplate dengan perubahan konsentrasi KI pada suhu 30°C(A), 35°C(B), dan 40°C(C).



Tabel 4.5 Parameter korosi tinplate dari pengukuran polarisasi potensiodinamik.

2. METODE POLARISASI POTENSIODINAMIK

Suhu	Media Korosi	β_a (V/s)	β_c (V/s)	E_{corr} (V)	i_{corr} ($\mu A/cm^2$)
30°C	2% NaCl	0,2160	0,3348	-0,5494	4,6606
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1025	0,2802	-0,5459	3,3723
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1241	0,2139	-0,5388	2,2138
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0944	0,1340	-0,5459	1,6012
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0712	0,1268	-0,5629	0,3967
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1354	0,2361	-0,5667	2,0324
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,0850	0,1025	-0,5914	2,2206
35°C	2% NaCl	0,1681	0,1473	-0,5825	11,7583
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,1499	0,1586	-0,5798	10,4480
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1186	0,4417	-0,5939	7,0018
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,0967	0,2062	-0,6020	5,5642
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0967	0,1821	-0,5944	1,5548
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1034	0,3122	-0,5848	7,1503
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1377	0,3494	-0,5770	9,3436
40°C	2% NaCl	0,0688	0,1643	-0,5591	12,4203
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0,7464	0,1346	-0,5394	11,2360
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	0,1428	0,3778	-0,5657	9,2862
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	0,2609	0,4084	-0,5412	7,0789
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	0,0821	0,1682	-0,5538	3,4204
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	0,1891	0,6385	-0,5594	9,4213
	2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	0,1301	0,5011	-0,5822	10,3593

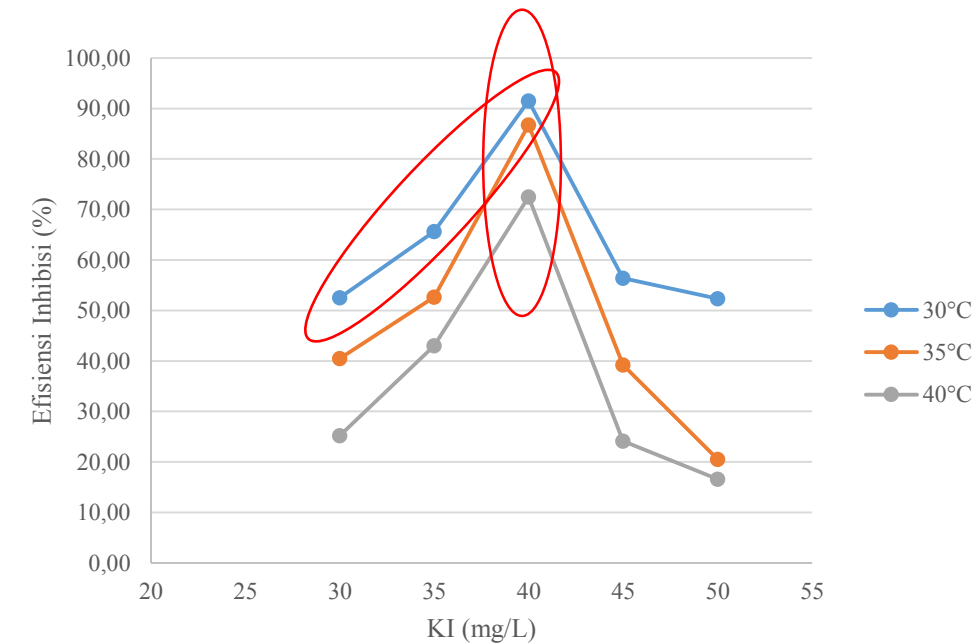


Gambar 4.7 Plot arus korosi terhadap perubahan konsentrasi KI dengan variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiodinamik.

2. METODE POLARISASI POTENSIODINAMIK

Tabel 4.6 Efisiensi inhibisi kitosan pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodinamik.

Media Korosi	EI (%)		
	30°C	35°C	40°C
2% NaCl	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	27,64	10,70	9,54
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	52,50	40,45	25,23
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	65,64	52,68	43,01
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	91,49	86,78	72,46
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	56,39	39,19	24,15
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	52,35	20,54	16,59

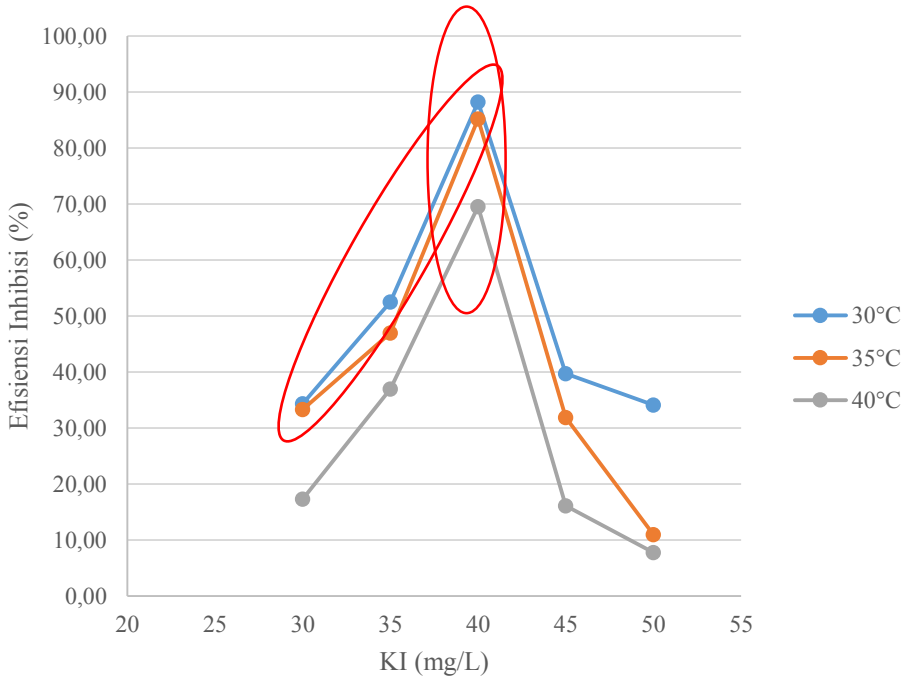


Gambar 4.8 Plot efisiensi inhibisi Kitosan terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiodinamik.

2. METODE POLARISASI POTENSIODINAMIK

Tabel 4.7 Efisiensi inhibisi KI pada hasil pengukuran dengan metode polarisasi potensiodinamik.

Media Korosi	EI (%)		
	30°C	35°C	40°C
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan	0	0	0
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 30 mg/L KI	34,35	33,32	17,35
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 35 mg/L KI	52,52	47,01	37,00
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 40 mg/L KI	88,24	85,19	69,56
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 45 mg/L KI	39,73	31,90	16,15
2% NaCl + 10 mg/L Kitosan + 50 mg/L KI	34,15	11,01	7,80



Gambar 4.9 Plot efisiensi inhibisi KI terhadap perubahan konsentrasi KI pada variasi suhu larutan media korosi pada pengukuran polarisasi potensiodinamik..

D. KESIMPULAN

- Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa peningkatan suhu media korosi dapat menurunkan efisiensi inhibisi kitosan dan KI pada korosi *tinplate*.
- Adanya penambahan KI dalam media korosi dapat meningkatkan efisiensi inhibisi kitosan.
- Efisiensi inhibisi kitosan optimum pada suhu 30°C dan dalam media korosi dengan penambahan 40 mg/L KI.
- Metode pengurangan berat memiliki ketelitian yang lebih kecil dibandingkan dengan metode polarisasi potenciodinamik.

**SEKIAN &
TERIMA KASIH**